MEDIO AMBIENTE Y ELECTRONICA

NUEVAS TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA



marcombo


NUEVAS
TECNOLOGIAS
BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

MEDIO AMBIENTE Y ELECTRONICA



Esta obra es una nueva edición actualizada y ampliada de la obra originalmente publicada por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, con el título de «Aplicaciones de la Electrónica»

El contenido de la presente obra ha sido realizado por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, bajo la dirección técnica de José Mompin Poblet, director de la revista «Mundo Electrónico»

ISBN 84-7634-485-6 (Obra completa)
ISBN 84-7634-678-6 (Vol. 28)
D. L.: B. 22450-1986

Impreso y encuadernado por
Printer industria gráfica sa Provenza, 388 08025 Barcelona
Sant Vicenç dels Horts 1986

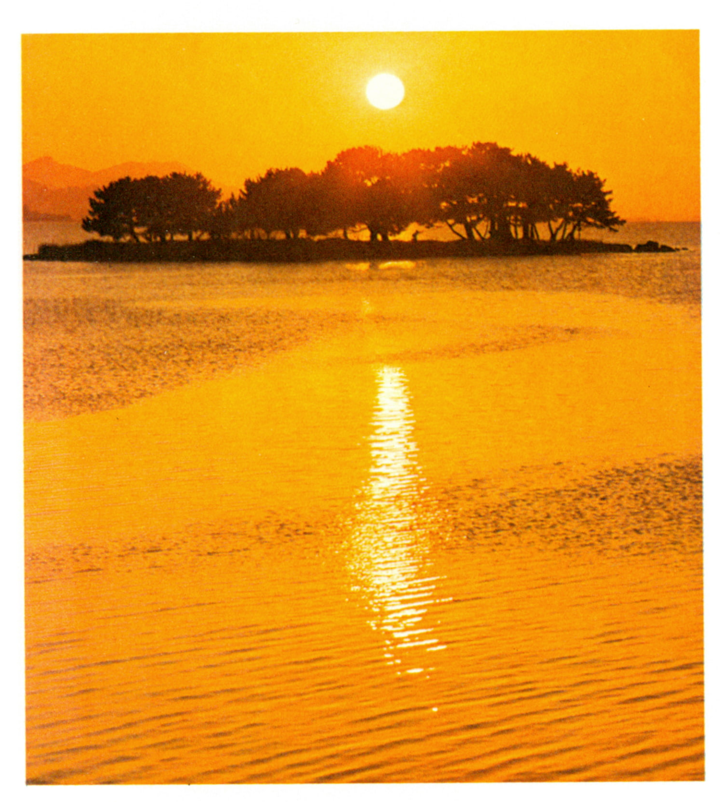
Printed in Spain

Medio ambiente y Electrónica

INTRODUCCION

Cualquier logro, descubrimiento, mejora, avance, etc. implica un sacrificio, un tributo, una compensación. Algo parecido al conocido principio de «Acción y Reacción».

En este sentido, el progreso industrial de nuestra tecnificada sociedad no es una excepción.



Respetar el medio ambiente, debe constituir un objetivo prioritario de los hombres y mujeres de la era industrial, para que nuestros descendientes puedan seguir disfrutando de paisajes como éste.

Como consecuencia de la obtención de una serie de bienes y servicios que nos proporcionen confort y bienestar, tal como hoy lo concebimos, nuestro marco ecológico se ve alterado. Ahora bien, el margen de modificación del marco inicial no es ilimitado, como tampoco lo es la capacidad de adaptación del hombre al medio en que se desenvuelve. Existe un desfase tremendo entre la adaptación del hombre al medio y la alteración artificial que, por diversos motivos, provocamos en el mismo.



Puente de medida en el río Tone (Japón). Las torretas sobre el puente, soportan sensores de calidad, nivel y caudal de las aguas del río, destinadas al consumo de la población.

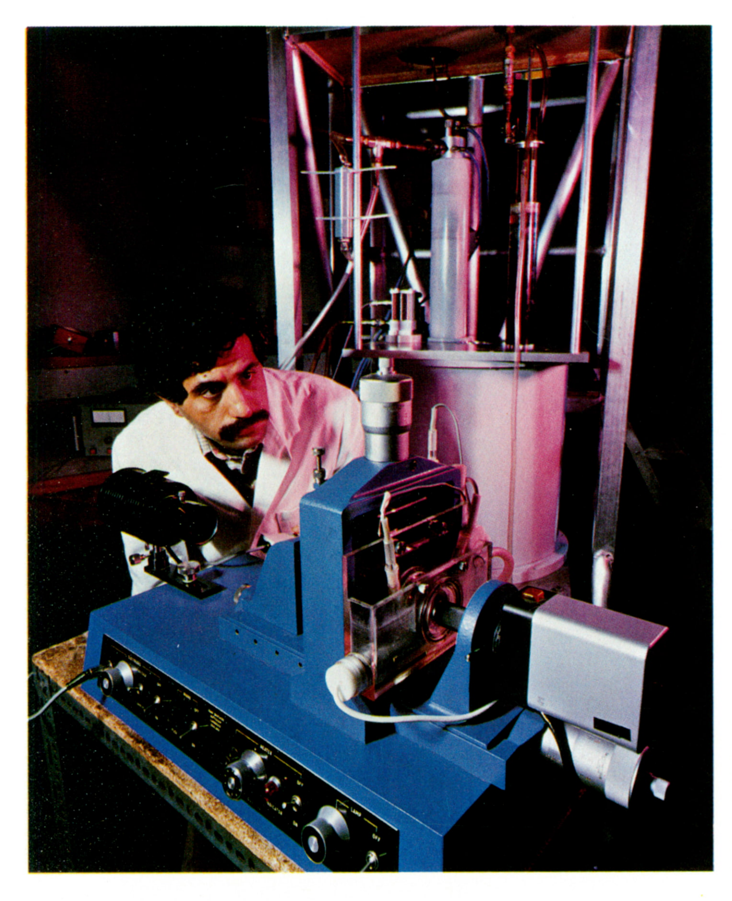
Desafortunadamente, en algunos aspectos (contaminación atmosférica, de aguas, ruidos excesivos, etc.) y lugares (grandes ciudades, núcleos industriales, etc.) ya hemos llegado a ese límite, de tal manera que sufre menoscabo la calidad de vida humana y de otras especies, llegando incluso a alcanzarse niveles de peligro.

Aunque de la lectura de las anteriores líneas pueda desprenderse la diferencia entre los conceptos «calidad de vida» y «grado de confort y bienestar», resaltamos el matiz que los relaciona, pues en la rutina diaria se observa un gran confusionismo en este aspecto.

La calidad de vida respecto al origen se refiere a la pureza del entorno natural, por ser éste el que originalmente

proporciona las condiciones óptimas para el resurgimiento y desenvolvimiento posterior de las especies vivas.

El grado de confort y bienestar se mide en términos de disponibilidades de medios y servicios que el hombre



Técnica de separación magnética por alto gradiente. Además de efectuar el control de la contaminación del agua permite trabajos de investigación.

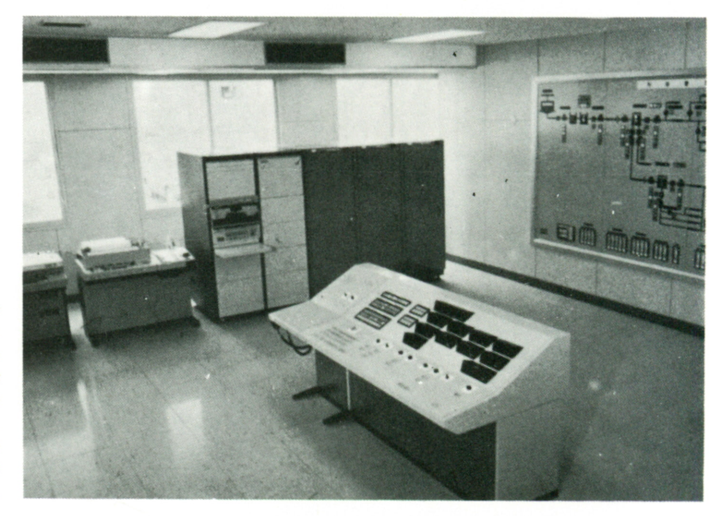
obtiene por métodos artificiales, que, generalmente, no son más que transformaciones sucesivas de los medios naturales.

Es indudable por tanto que, comparativamente, ambos conceptos son de signo opuesto y si se miden respecto al

tiempo (enfoque histórico), la calidad de vida es de signo descendente, regresivo, mientras que el grado de confort y bienestar es de signo ascendente o progresivo.

Ante esta disyuntiva, se ofrecen dos únicas alternativas:

a) Frenar el avance tecnológico.
b) Desarrollar medios de regeneración que compensen las deficiencias ocasionadas por las transformaciones artificiales.



Subcentro de control de contaminación de aguas, instalado en una industria con vertido de aguas residuales. Incluye minicomputador, impresora, consola de operación y panel de presentación.

Afortunadamente, la Electrónica, combinada con la Mecánica unas veces y con la Química otras, es capaz de aportar medios regenerativos en ocasiones, y en otros casos una función de vigilancia para evitar que se sobrepasen los límites de emergencia establecidos en las regulaciones pertinentes.

GENERALIDADES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Dentro del término *medio ambiente* podemos distinguir tres elementos fundamentales que guardan gran relación; el establecer una escala de prioridades entre ellos en razón de su interés es poco menos que imposible, pues depende del

enfoque a utilizar, y en ocasiones uno es causa-efecto del otro.

a) *El medio atmosférico*, cuya importancia es obvia, y de cuyos contaminantes y fuentes de origen hablaremos a continuación.



Estación de observación de nivel de aguas. La información recogida, se transmite vía radio hasta la estación de control de la zona.

b) *Los recursos hidráulicos*, también indispensables para el ser humano y demás especies, en su triple vertiente de: calidad, disponibilidades y prevención de anomalías en sus fuentes de origen (inundaciones, etc.).

c) *La urbanística*, que en su concepción futura puede contribuir a paliar en gran manera las deficiencias de los elementos anteriores, adecuadamente combinada con el estudio de los microclimas.

Se amplían a continuación detalles de estos tres elementos.

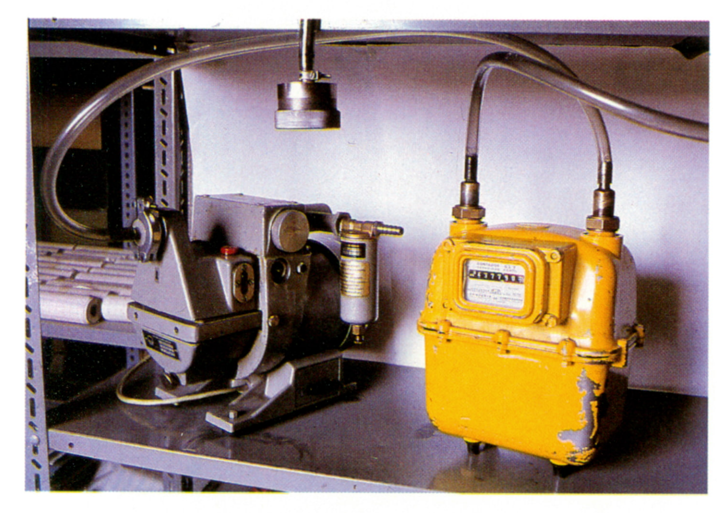
Contaminante	*Escalas de medida*	*Principios de medida*	*Niveles permisibles Legislación española*	*Tipos de salida y valores*
Anhídrido Sulfuroso (SO_2)	De 0 a 1 p.p.m. De 0 a 0,3 p.p.m. (Conversión a mg/m³ por el ordenador) (Cambio automático de escala)	*Fotometría de llama* Coulometría Fluorescencia de ultravioleta Nota: Se destaca el más utilizado	*Promedios admisibles:* De 2 horas: hasta 700 mg De 24 horas: hasta 400 mg Emergencias: De 2 horas: 1er. grado: 1.500 a 2.500 Diarias: 1er. grado: 800 a 1.400 Nota: A partir de los niveles especificados son alarmas de 2.º grado	Analógica De 0 a 1 V De 0 a 10 mA De 4 a 20 mA
Monóxido de Carbono (CO)	De 0 a 50 p.p.m. De 0 a 200 p.p.m. (Conversión a mg/m³ por el ordenador) (Cambio automático de escala)	*Espectrometría de infrarrojos* Cromatografía de gases Nota: Se destaca el más utilizado	Promedios admisibles: De 8 horas: hasta 15 mg De 24 horas: hasta 34 mg Emergencia 1er. grado: 34 a 46 mg Emergencia 2.º grado: superior a 46 mg	Analógica De 0 a 1 V De 0 a 10 mA De 4 a 20 mA
Partículas en suspensión respirables (inferiores a 10 micras)	De 0 a 300 mg De 0 a 3.000 mg	Absorción rayos beta Absorción rayos infrarrojos	Promedios admisibles: Diario: hasta 300 mg. Emergencias: De 1er. grado: 600 a 1.000 mg De 2.º grado: superior a 1.000 mg	Analógica De 0 a 1 V
Oxidos de Nitrógeno (NO_x)	De 0 a 0,2 p.p.m. De 0 a 0,5 p.p.m. De 0 a 1,0 p.p.m.	*Quimiluminiscencia* Ionización Absorciometría Nota: Se subraya el más utilizado	Promedios admisibles: Semihorario: hasta 400 mg Diario: hasta 200 mg Anual: hasta 100 mg Emergencias: 1er. grado: 565 a 750 mg 2.º grado: más de 750 mg	Analógica De 0 a 1 V
Hidrocarburos Exentos de Metano (HC)	De 0 a 0,5 p.p.m. De 0 a 1,0 p.p.m.	*Quimiluminiscencia* Ionización de llama Combustión selectiva Nota: Se destaca el más utilizado	Promedios admisibles: Semihorario: hasta 280 mg Diario: hasta 140 mg Emergencias: Pendiente de definir	Analógica De 0 a 1 V Opcionales: De 0 a 10 mA
Oxidantes Fotoquímicos (*Ozono = O_3*)	De 0 a 0,1 p.p.m. De 0 a 1,0 p.p.m.	*Quimiluminiscencia*	Pendientes de definir por la legislación española	Analógica *De 0 a 1 V* Opcionales: De 0 a 10 mA

Tabla resumen de los principales contaminantes atmosféricos.

CONTAMINANTES ATMOSFERICOS Y SUS FUENTES DE ORIGEN

Si habláramos de modo global y sin analizar en profundi-

dad, podría decirse que las causas principales de la contaminación atmosférica actual han sido el desarrollo industrial descontrolado, el mal enfoque urbanístico de nuestras ciudades y la errónea ubicación de zonas industriales. Sin embargo, esto no resulta del todo cierto, puesto que si bien disponiendo de espacio sin límites y de medios de transporte rápidos, eficaces y baratos, podría evitarse la gran concentración, la falta de zonas verdes y peatonales y se lograría la ubicación de las zonas industriales en los lugares idóneos para la mejor difusión de los contaminantes, etc., en la práctica, y bajo un enfoque histórico, las explotaciones



Equipo de muestreo ambiental del aire empleando un contador volumétrico. Además de diferentes tipos de partículas, pueden detectar radiaciones ambientales. (Cortesía: Hifrensa).

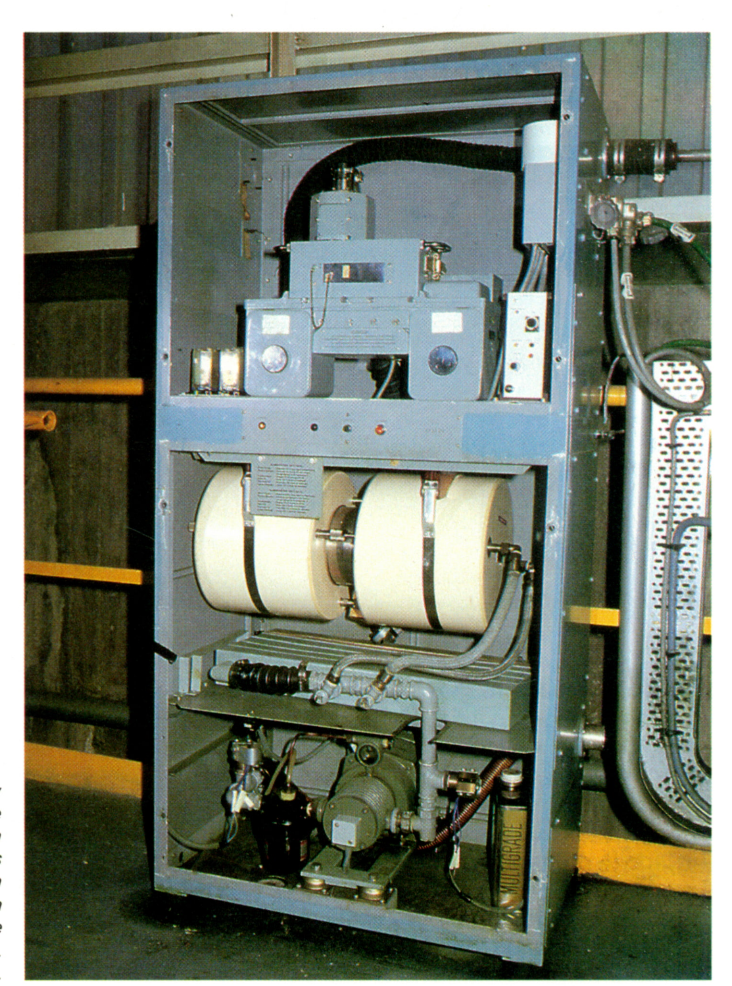
están localizadas lo más cerca posible de los yacimientos, más tarde crecieron las ciudades en torno a las explotaciones industriales, y a continuación surgió el problema de dotar a las grandes concentraciones de los medios y servicios necesarios para su subsistencia.

Pero, ateniéndonos a nuestra situación actual y dejando a un lado lo ocurrido en el pasado, vamos a revisar brevemente los contaminantes principales que amenazan en nuestras ciudades y concentraciones industriales.

Los más típicos de las ciudades de gran densidad de población son los siguientes:

● *El anhídrido sulfuroso* (SO_2), procedente principalmente de las calefacciones domésticas y otras fuentes industriales cuyos combustibles son carbones y productos derivados del petróleo en su tratamiento minoritario, tales como el fuel, el gasóleo, etc.

● *El monóxido de carbono* (CO), cuya fuente principal es el tráfico de vehículos a motor, tanto de transporte como de uso privado.



Equipo de muestreo y detección de radioactividad para atmósfera gaseosa, antes de su emisión. Esta instalación está ubicada en la Central Nuclear de Vandellós (Tarragona). (Cortesía: Hifrensa).

● *Las partículas respirables en suspensión*, vulgarmente denominadas «humos», que proceden de las fuentes anteriorès y de otros quemadores industriales.

En los complejos industriales con industria química y de gases, comienzan a ser significativos otros elementos tan peligrosos o más que los anteriores tales como:

● *Los hidrocarburos* (HC), procedentes en su mayor parte de refinerías, depósitos de combustibles, oleoductos, etc.

● *Los óxidos de nitrógeno* (NO_x), procedentes de la combustión de todo tipo de quemadores (domésticos, industriales), automóviles, salas públicas, etc.

● *El ozono* (O_3), también llamado *oxígeno pesado*, producido por oxidación fotoquímica.



Módulo de análisis y registro de la radioactividad ambiental. La información leída puede darse también en forma gráfica. (Cortesía: Hifrensa).

ELEMENTOS INDESEABLES EN EL MEDIO AMBIENTE

Además de los elementos citados anteriormente existen otros que, aunque no contaminantes, sí son molestos y desagradables y también deben tenerse en cuenta, tales como los ruidos, las vibraciones, los olores, etc.

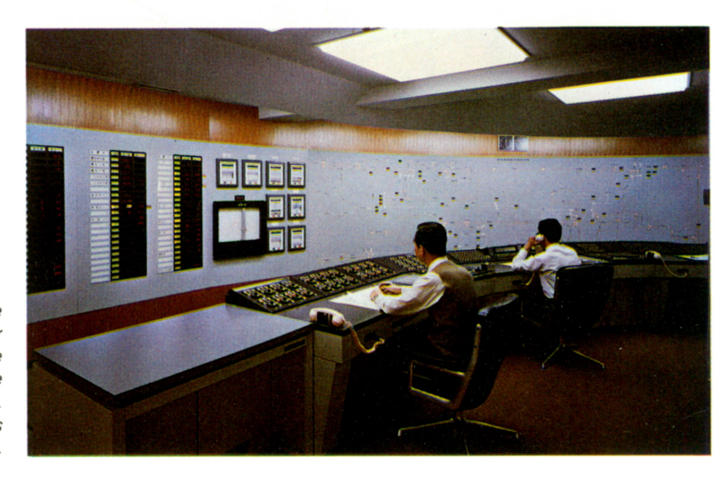
Las principales fuentes de ruidos y vibraciones las constituyen el tráfico rodado, la construcción, las factorías industriales, el ferrocarril, el tráfico aéreo, etc.

En algunos países, la legislación vigente clasifica las zonas ruidosas según las fuentes inmediatas, estableciendo diferentes niveles permisibles para cada una de ellas (tabla).

Clasificación de la zona	*Ruidos*			*Vibraciones*		*Observaciones*
	Mañanas	*Tardes*	*Noches*	*Día*	*Noche*	
I Zonas de especial atención y tranquilidad (hospitales, residencias de ancianos, etc.)	55 dB	50 dB	45 dB	65 dB	60 dB	
II Zonas que requieren cierta tranquilidad por residencia permanente	Con tráfico único 60 dB	Tráfico un solo sentido 55 dB	Tráfico un solo sentido 50 dB	70 dB	65 dB	Ley de ruidos permisibles para automóviles del Ministerio de Sanidad japonés (1971)
	Tráfico doble sentido 70 dB	Tráfico doble sentido 65 dB	Tráfico doble sentido 55 dB	70 dB	65 dB	
III Zonas comerciales e industriales relativamente habitadas	Tráfico en un sentido 75 dB	Tráfico en un sentido 70 dB	Tráfico en un sentido 65 dB	—	—	Ley de Regulación de Vibraciones (Japón, nov. 1976)
IV Zonas principalmente industriales poco habitadas	Tráfico doble sentido 80 dB	75 dB	65 dB	—	—	

Clasificación de zonas y niveles según la Agencia japonesa del Medio Ambiente. Quedan fuera de esta clasificación las zonas de aeropuertos.

Asimismo constituyen objeto de preocupación los, cada vez más frecuentes e intensos olores indeseables producidos por industrias químicas (fábricas de papel, de fertilizantes, etc.) alimenticias, granjas, industrias de secado de pieles, etc.



Estación supervisora que tiene la misión de efectuar un proceso previo de toma de datos y de control de un embalse, entre otras funciones complementarias.



Sonómetro destinado a la medición de niveles sonoros en la vía pública, con impresora de los resultados leídos en cada momento. (Cortesía: Brüel& Kjaer.).

LOS RECURSOS HIDRAULICOS Y SU PROBLEMATICA

En tiempos remotos el hombre podía abastecerse del agua necesaria para sus funciones de los manantiales, riachuelos o incluso de los grandes ríos, sin más que tomarla directamente y, de hecho, los núcleos de población eran dispersos y poco densos.

Con la *revolución industrial* las necesidades de consumo vendrían a incrementarse enormemente. Al ubicarse las industrias en torno a las fuentes hidraulicas (ríos, lagos, etc.) y crecer gigantescamente las ciudades en torno a ellas, como se comenta en las páginas anteriores, han tenido lugar los siguientes fenómenos:

a) Los ríos se han visto inundados por los deshechos industriales y urbanos.

b) El agua potable para consumo doméstico ha tenido que someterse a un largo transporte, siendo necesaria la creación de embalses, trasvases de ríos, etc., así como una gran infraestructura de canalización.



Complejo depurador del Besós (Barcelona). Esta estación, somete a tratamiento una parte del agua residual de Barcelona y proximidades, y la entrega al mar con un mínimo de contaminación.

c) En muchas zonas del Globo el agua potable resulta tremendamente escasa, siendo necesario un control estricto de las disponibilidades.

Por todo ello, se ha hecho necesaria la regeneración o depuración de los recursos contaminados y la distribución equitativa de las disponibilidades existentes para los diferentes usos.

Por otro lado, los recursos naturales son sensiblemente variables, y los climas son el elemento de mayor influencia en esta variación. Ello da lugar a que en ocasiones se llegue a estados de sequía, y, en circunstancias excepcionales pero

de cierta frecuencia, la gran abundancia momentánea debido a la lluvia prolongada o torrencial provoque catástrofes por inundaciones (en el argot técnico «avenidas»).



En las zonas próximas a las centrales nucleares se efectúan controles periódicos, tanto del terreno como de las aguas residuales, para vigilar posibles aumentos en los índices de radioactividad y tomar enseguida las medidas oportunas. (Cortesía: Central Nuclear de Vandellós).

En lo que se refiere a la calidad del agua para uso doméstico, está claro que admite una serie de sustancias en disolución (sales principalmente) no perjudiciales. Existen otras sustancias, que, aun en muy pequeñas cantidades, son

Contaminantes de los recursos hidráulicos (cauces de abastecimiento), sus fuentes productoras y niveles admisibles. La calidad del agua potable se mide en términos de COD o BOD, según sea, a) en cauces o canales, y b) en lagos o embalses.

Contaminante	Escalas de medida	Principios de medida	Interv. de medida	Tipos de salida y valores
pH	2 a 12° pH	Método de electrodo de vidrio	M. Continua	De 0 a 1 V c.c.
ORP (*Conductividad*)	−1.000 a +1.000 mV	Método de electrodo metálico	M. Continua	De 0 a 1 V c.c.
DO (*Oxígeno disuelto*)	De 0 a 20 p.p.m.	Célula galvánica	M. Continua	De 0 a 1 V cc.
Turbidez	De 0 a 500 p.p.m.	Medidor de coeficiente de turbidez	M. Continua	De 0 a 1 V c.c.
COD (*Oxígeno químico*) (*Chemical oxigen demand*)	De 0 a 20 mg/l	Método alcalino	Horario	De 0 a 1 V c.c.
BOD (*Oxigen demand*) (*Biological oxigen demand*)	De 0 a 20 mg/l	Método alcalino	Horario	De 0 a 1 V

tremendamente peligrosas para la salud, tales como residuos de cadmio, de fósforo orgánico, de polvo de plomo, partículas de cromo, arsénico, mercurio, ciánidos, etc.

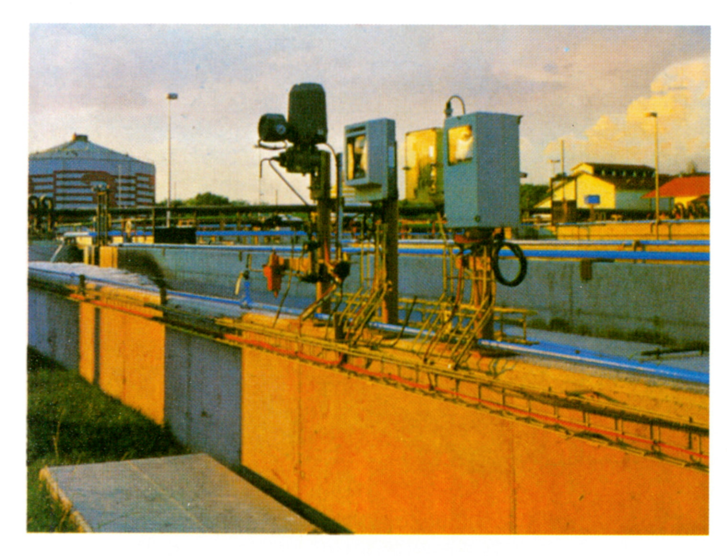


Estación depuradora de aguas residuales en la zona de Madrid. En la parte inferior se observa que la conversión de datos se ha hecho mediante un computador, y toda la información se presenta en pantalla. (Cortesía: Eliop).

LA URBANISTICA Y SU INFLUENCIA EN EL ENTORNO ECOLOGICO

En primer lugar, el hecho de construir alojamientos de

seres humanos en un lugar hasta el momento no habitado, va a ocasionar paulatinamente una serie de modificaciones en la flora y en la fauna de las proximidades. Dependiendo del grado de concentración urbana alcanzado, dichas modificaciones serán más importantes y abarcarán un radio de acción mayor, cuanto más elevada, desde el punto de vista numérico sea la concentración. Esas modificaciones producirán, asimismo, perturbación en la zona urbana, constituyéndose de este modo un bucle perturbatorio.



Sondas destinadas a la captación de datos relativos al nivel del agua, caudal por minuto, concentración de gases o residuos sólidos, etc. Toda esta información es la que se procesa en el computador central. (Cortesía: Eliop).

Una ciudad mal urbanizada y una zona industrial que no ha sido previamente estudiada, constituyen un caldo de cultivo idóneo para la concentración de elementos contaminantes y otros elementos no deseables, tales como ruidos, vibraciones, olores desagradables, etc.

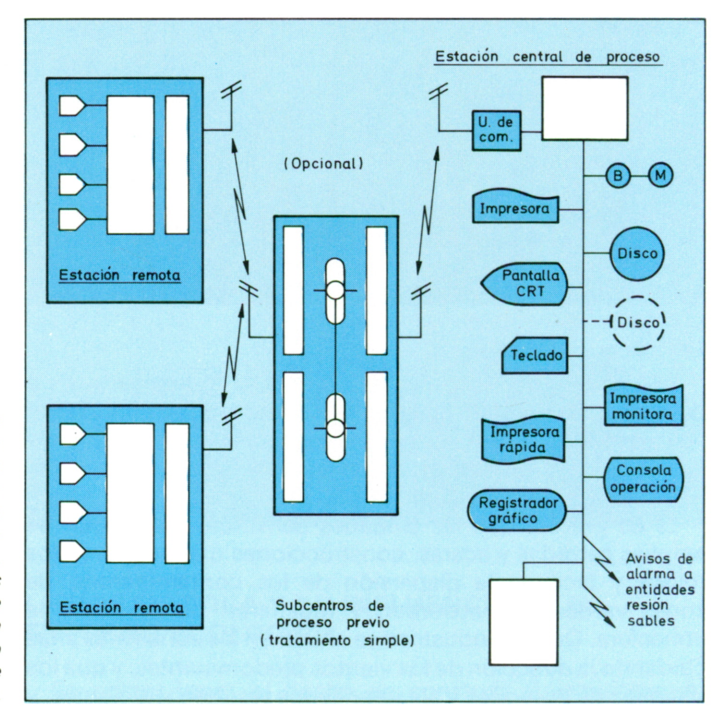
Es de preveer que las ciudades del futuro dispongan de amplias calzadas y aceras, construcciones que aminoren los ruidos y faciliten la dispersión de los contaminantes, de zonas verdes que absorban y regeneren parcialmente la atmósfera. Que las industrias se sitúen en las zonas más altas cuidando la dirección de los vientos predominantes, y que los sistemas de desagües y alcantarillados resulten suficientes, y

Contaminante	*Escalas de medida*	*Niveles permisibles (regulación americana)*
Cadmio	De 0 a 0,1 p.p.m.	0,01 p.p.m.
Ciánidos	No debe detectarse	No debe ser detectable
Fósforo orgánico	No debe detectarse	No debe ser detectable
Plomo	De 0 a 0,5 p.p.m.	No debe detectarse más de 0,1 p.p.m.
Arsénico	De 0 a 0,2 p.p.m.	No mayor de 0,05 p.p.m.
Mercurio total	De 0 a 0,011 p.p.m.	Inferior a 0,0005 p.p.m.
PCB (*Bifenil polidorado*)	No detectable	No debe ser detectable
SS (*Partículas sólidas disueltas*)	De 0 a 50 p.p.m.	Inferior a 25 p.p.m.

Contaminantes de los recursos hidráulicos en salidas de focos industriales.

un largo etc. que no contemplamos aquí por salirse del tema principal.

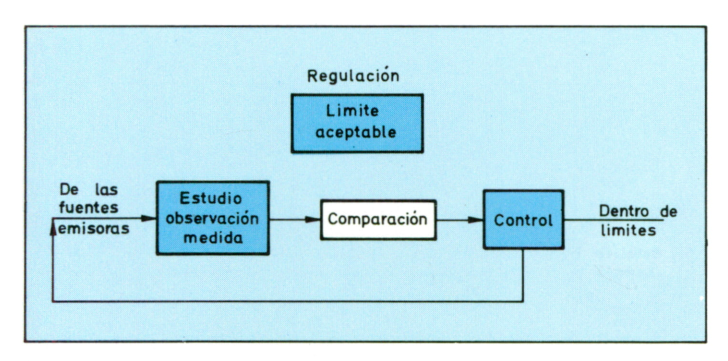
En algunas naciones se han establecido legislaciones adecuadas para lograr que el medio ambiente no se degrade y recuperarlo en lo posible.



Los datos suministrados por una estación, suelen enviarse a un centro que almacena y cataloga la información recibida, de manera que permite conocer en cada instante, la situación de los diferentes puntos de control de la contaminación o cualquier otro dato de interés.

LA ELECTRONICA EN EL MEDIO AMBIENTE

Hasta ahora hemos esbozado los parámetros perturbadores de los principales elementos que componen nuestro marco ecológico, sus fuentes productoras, los límites permisibles, etc.



El nivel de contaminación, se obtiene comparando la muestra recogida en un determinado punto, con otro valor fijo que se toma como referencia.

Visto así parece simple, sin embargo en la práctica resulta bastante complicado, requiriendo los siguientes procesos:

1) Determinar las fuentes productoras, su ubicación (cuando son fijas), su intensidad, y el flujo circulatorio más frecuente. (Esto último solamente para el elemento atmosférico, ruidos, olores, etc., puesto que en el caso de las aguas el flujo circulatorio es perfectamente conocido).

2) Determinar los puntos de observación significativos.

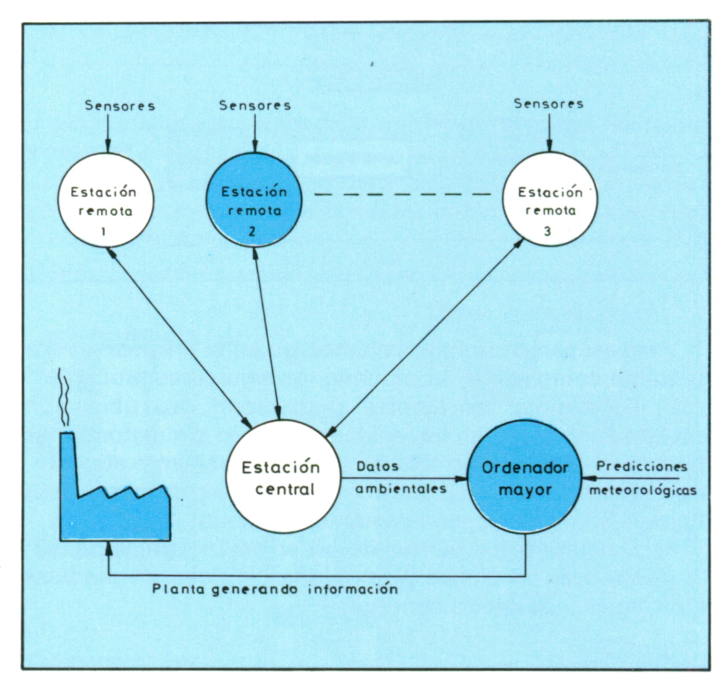
3) Realizar en dichos puntos una cantidad de medidas suficientes y de modo continuo.

Parámetros meteorológicos asociados al medio ambiente.

Parámetro	*Escalas de medida*	*Principios de medida*	*Tipos de salida y valores*
Lluvia	Ilimitada (impulso cada 0,5 mm)	Cubeta basculante cada 3 mm	Cierre de contacto de relé
Velocidad de viento	De 0 a 20 m/s	Anemómetro, generador de CA.	Analógica en tensión
Dirección de viento	Rosa de los vientos de 0 a 540 grados	Sistema de doble potenciómetro	Analógica, tensión inducida
Temperatura	De 0 a 60 grados C	Resistencia termovariable aislada	Analógica, variación en tensión
Presión atmosférica	De 880 a 1.040 milibares	Transformador diferencial	Analógica en tensión
Radiación solar	Sol/sombra (activado a 0,3 cal/cm²/min)	Termopila dual	Analógica, umbrales
Humedad relativa	De 10 % a 100 %	Cabello higrométrico	Analógica, tensión inducida

El siguiente paso sería describir las medidas necesarias para frenar su incremento y mantenerlos dentro de límites aceptables.

Pues bien, aunque los métodos de seguimiento y corrección sean diferentes para cada parámetro, el procedimiento básico es idéntico, en cuanto a las funciones a realizar para todos ellos, y puede ser perfectamente comparable a cualquier procedimiento de control y regulación industrial.



Arquitectura de un sistema formado por una estación central que recoge la información procedente de todas las estaciones, con los sensores correspondientes. El conjunto de datos se lleva a un computador central, que es el que emite las órdenes.

4) Estudio y análisis de estas medidas para observar los valores máximos, mínimos promedios y obtener las curvas de evolución en los diferentes intervalos de tiempo.

5) La meteorología juega un papel importante en la difusión de los contaminantes atmosféricos y limpieza del ambiente. Es obvio que la mayor o menor cantidad de lluvias afectará asimismo al caudal de los recursos naturales hidráulicos o influirá de forma directa en su pureza, disponibilidades, etc.

6) En el caso de recursos hidraulicos son precisos cálculos periódicos de consumos, disponibilidades, necesidades de ahorro, etc. para llegar al control y distribución.

Es indudable que realizar todos estos procesos con los medios tradicionales requiere un trabajo costoso y muchas horas de cálculo en diversos niveles.



Las zonas industriales son las más contaminantes para el medio ambiente. Los humos que emiten suelen ser tóxicos, y es necesario reducir al mínimo su presencia. También aquí, la Electrónica y la Informática tienen cada vez un mayor protagonismo.

Aquí es donde la Electrónica juega un papel importante, puesto que es capaz de realizar todos los procesos en un tiempo mínimo y con una precisión mayor que la del propio ser humano.

Todos estos procesos se realizan de forma automática y casi instantánea, si el diseño del sistema es el adecuado.

Si analizamos los procesos mencionados anteriormente, observaremos que los tres primeros constituyen un estudio previo e imprescindible para la configuración del sistema electrónico a establecer. Los tres restantes pueden identificarse como:

a) Detección o medida de los datos. *b*) Adaptación y transmisión de los mismos al centro de proceso. *c*) Proceso, análisis y toma de decisiones (si procede).

El primer paso lo llevan a cabo los sensores, medidores o analizadores, (cualquiera de los nombres es válido).

El segundo paso (adaptación y transmisión de datos)



Estación meteorológica para el estudio de la dispersión contaminante, con torre meteorológica provista de instrumentación a varias alturas.

requiere el uso de un *microprocesador* o *telémetro* para adaptar la señal de salida de los sensores a un formato apto y ordenado para ser transmitidos, y un medio de transmisión,

cuya selección depende de las características de los lugares entre los cuales se necesita transmitir los datos.

El tercer y último paso, y no menos importante que los anteriores, el análisis de dichos datos y los cálculos pertinentes, la preparación de los datos elaborados y, cuando procede (ejemplo: caso de sistemas de control de aguas, para abrir o cerrar los aliviaderos de las presas), la



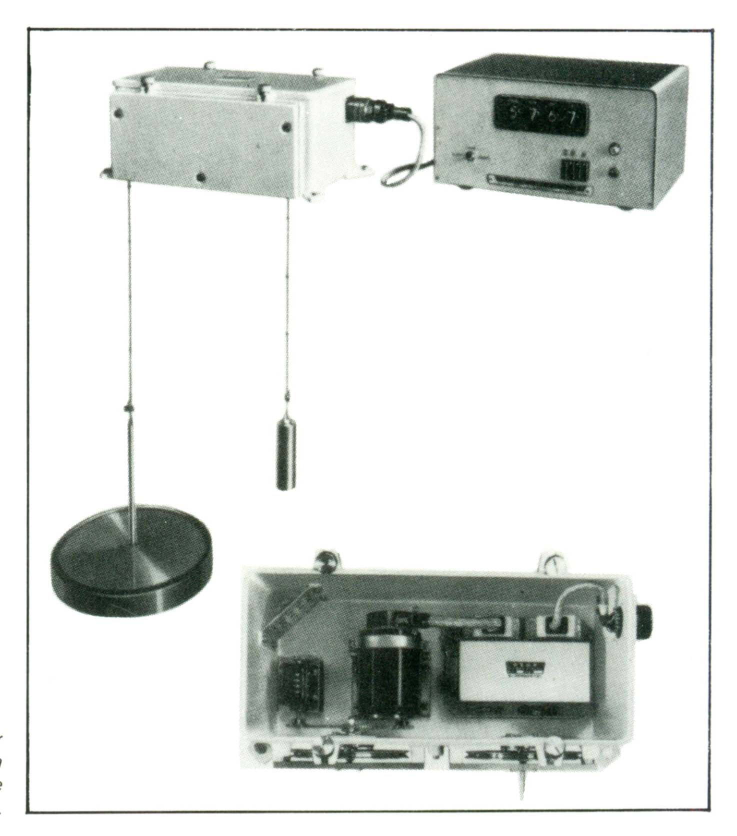
Selector de programas para regular y estabilizar la temperatura ambiente de una vivienda, de modo que se mantenga la calefacción o el aire acondicionado en períodos de tiempo seleccionados, a fin de que el consumo energético sea mínimo. (Cortesía: Honeywell).

toma de decisiones, son ejecutados por la típica máquina de nuestro tiempo: el computador. La selección del computador ideal para cada caso es relativamente simple, siendo más problemático la confección del programa (software) necesario para el tratamiento de los datos, es decir, la aplicación.

DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRONICO DE MONITORIZACION O CONTROL MEDIOAMBIENTAL

En el apartado anterior se comentaban los pre-estudios

necesarios sobre las problemáticas particulares según el campo de aplicación (aire, agua, etc.), y las zonas de ubicación (urbanas, rurales, etc.), pero el punto de partida para el diseño de cualquier sistema es la *configuración básica* o configuración genérica.



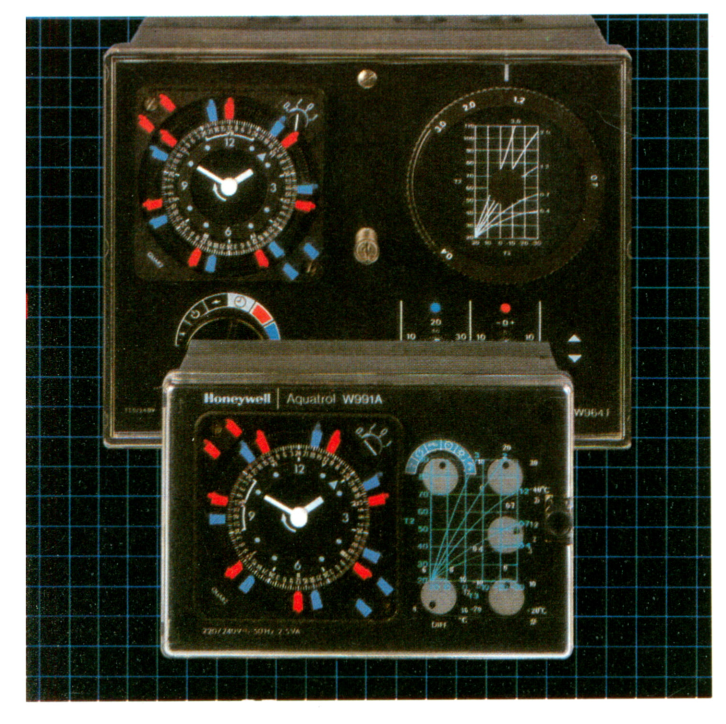
Limnímetro de flotador (aparato graduado para medir las variaciones de nivel de un río, lago, etc.).

En ella se contemplan todos los elementos a utilizar en el sistema, aunque todavía no se definan las características de los mismos.

A esta configuración básica es consustancial la idea de funcionamiento del sistema (puntos de recogida de información, punto o puntos de proceso, punto o puntos de destino de la información ya procesada, etc.)

Configuración física

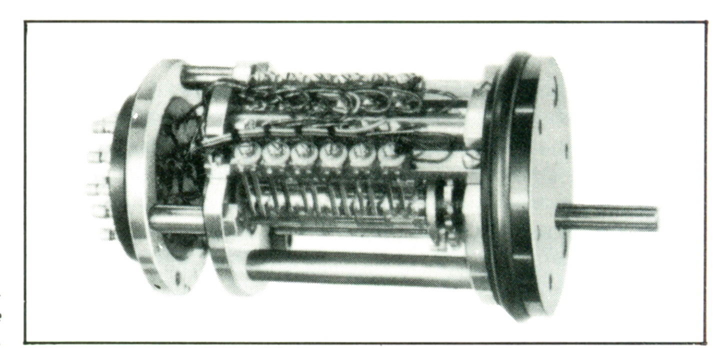
Con esta configuración básica o genérica y los datos reales relativos al sistema a diseñar (parámetros a medir, situación idónea de las estaciones de medida, disposición en dichas zonas de energía y/o de líneas de transmisión, puntos de proceso previo si se requiere o proceso final, forma y puntos de recepción de la información elaborada, pesentación de la misma, etc.), se obtiene lo que podríamos llamar la *configuración física*. En ella se definen los elementos, aunque no sus características técnicas.



Sistema «Aquatrol» de Honeywell, para el gobierno de un sistema complejo de calefacción en casas unifamiliares o pequeños bloques de viviendas.

Configuración técnica

Con la configuración básica o genérica y la configuración física ya elaboradas, comienza el problema típico técnico de



Convertidor analógico-digital de tipo de doble escobilla.

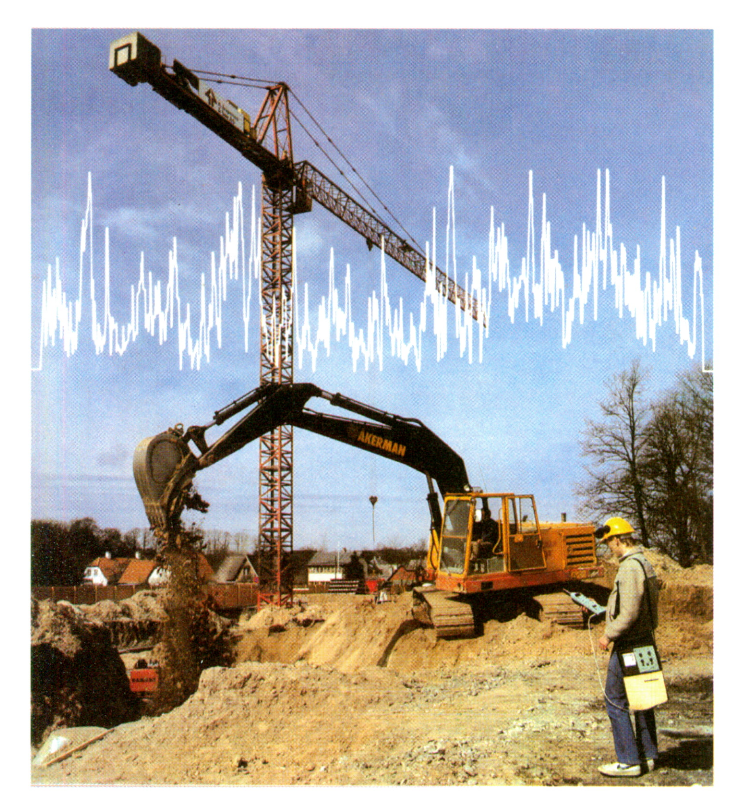
seleccionar o especificar los elementos concretos idóneos para el perfecto funcionamiento del sistema en cuestión.

Conseguido esto, tendríamos la *configuración técnica definitiva*, en la que ya se definen los elementos, con las características técnicas mínimas para su integración de conjunto.



Los termostatos de ambiente, están distribuidos por las viviendas para controlar en determinados puntos la temperatura que se desea alcanzar. La información se lleva a un pequeño computador central, o a los dispositivos reguladores, los cuales se encargan de abrir o cerrar el paso del agua caliente, o del gas al quemador. (Cortesía: Honeywell).

Esta configuración técnica definitiva, unida a la *memoria técnica y económica* referida a los elementos integrantes del sistema, constituye lo que en el argot técnico se denomina *proyecto.*



Para efectuar el estudio de una operación cualquiera, debe procederse a la toma de datos. En la figura, un técnico comprueba el nivel de ruido que se produce en la zona próxima a la excavadora. (Cortesía: Brüel & Kjaer).

PROBLEMATICAS DEL PROCESO DE DISEÑO

A la vista del proceso descrito en los apartados anteriores es fácil observar que la primera etapa, la configuración básica, es relativamente sencilla de realizar.

Consiste realmente en esquematizar la idea genérica y plasmarla a nivel muy global, casi puramente conceptual.

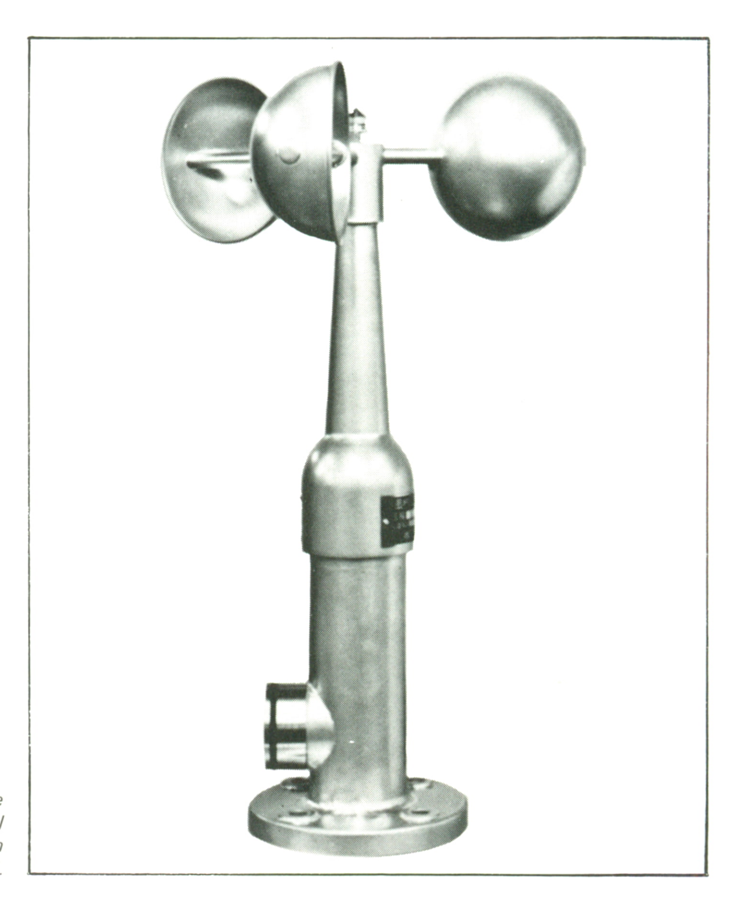
Veamos un ejemplo considerando el caso imaginario de la zona X:

¿Qué se pretende?

Prevenir la contaminación atmosférica en la zona X.

¿Cómo se puede llevar a cabo?

Mediante: sensores, transmisores y receptor computador de proceso y periféricos de presentación elaborada.



Anemómetro típico que mide la velocidad del viento, empleando un transformador diferencial.

¿Existen sensores de los parámetros a medir?

Investigación simple de mercado.

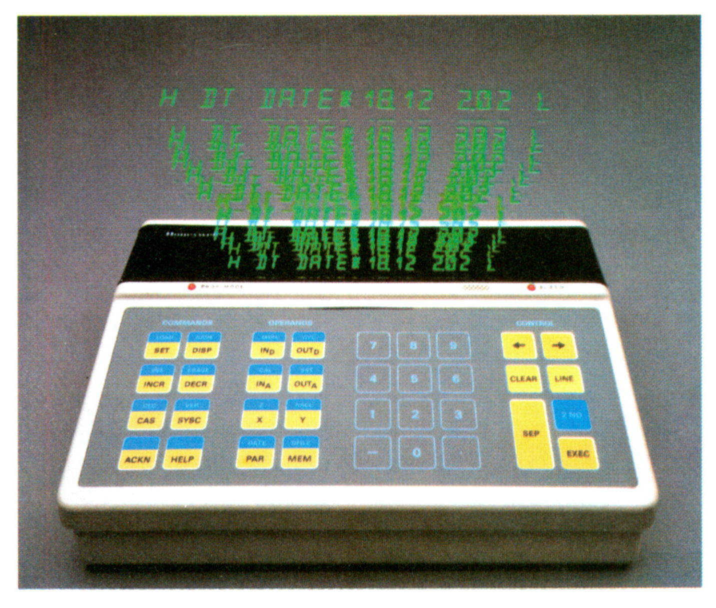
¿Se puede transmitir la información procedente de los sensores a un centro de proceso?

Determinar alternativas posibles: línea de datos, radio, etc.

¿Se puede procesar la información procedente de los sensores, en el tiempo necesario para disponer la información elaborada necesaria para los fines que se pretenden?

Computadores comerciales de aplicaciones industriales, científica, etc., medios de transmisión lo suficientemente rápidos, etc.

En realidad no es más que la verificación de que la idea genérica es susceptible de ser materializada, sin entrar en detalles técnicos concretos.



Sistema de control digital directo para controlar la temperatura ambiente de una vivienda, ahorrando energía. Utiliza programas especiales para arranque y parada, control de equipos auxiliares, etc. (Cortesía: Honeywell).

La configuración física es un estudio exhaustivo de localización de los puntos idóneos de emplazamiento del sistema.

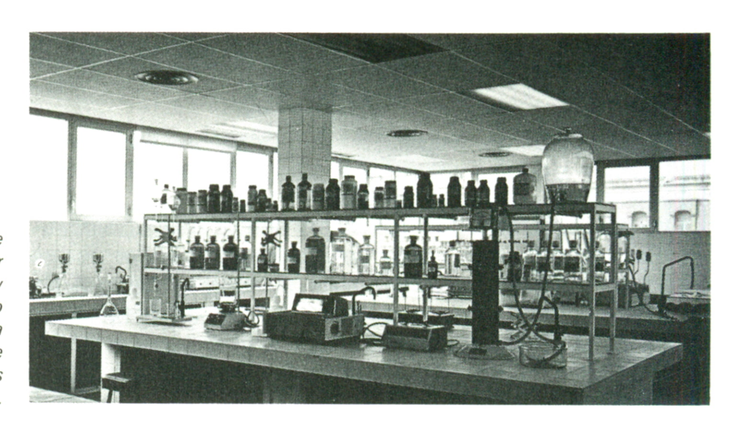
Por un lado se trata de localizar los puntos más significativos (no siempre los de mayor contaminación) en los que se realizaron las medidas, atendiendo al mismo tiempo a las disponibilidades necesarias para que en ellos se instalen los instrumentos necesarios (sensores, dispositivos de transmisión, de proceso, etc.) para realizar las operaciones procedentes en cada caso.



Centro de observación mixto, que sirve para controlar la contaminación de aguas, y para vigilar la contaminación atmosférica.

En otras palabras, es preciso que haya espacio físico suficiente, que no existan obstáculos, que dificulten las medidas, o la transmisión de los datos, debe determinarse si se dispone de energía eléctrica o es factible llevarla a dichos puntos, líneas físicas de transmisión, etc.

Siempre que existan soluciones técnicas no conviene en estos casos atender a la facilidad de disponer de medios en menoscabo de la objetividad de los datos a observar,



El análisis químico de aguas comporta realizar muchas operaciones y emplear un equipo adecuado, cuya complejidad dependerá de la cantidad de elementos a detectar.

principalmente en el caso de lugares referidos a la toma de medidas, que en muchas ocasiones, suelen coincidir con zonas en las que no se puede disponer de energía, líneas de transmisión, etc., e incluso a veces resultan de difícil acceso (como ocurre en las aplicaciones de control de aguas, a la hora de seleccionar los puntos idóneos para medida de niveles, caudales, etc.).



Vista interior de una sala de control de una estación reguladora de agua, en un punto de la cuenca hidrográfica. (Cortesía: Futjisu).

Por otro lado, si existe una gran diseminación de puntos de medida de diferentes parámetros, sería tremendamente dificultoso transmitir la información de cada punto de medida directamente al lugar de proceso, haciéndose aconsejable la concentración de la información, previamente al proceso de la misma.

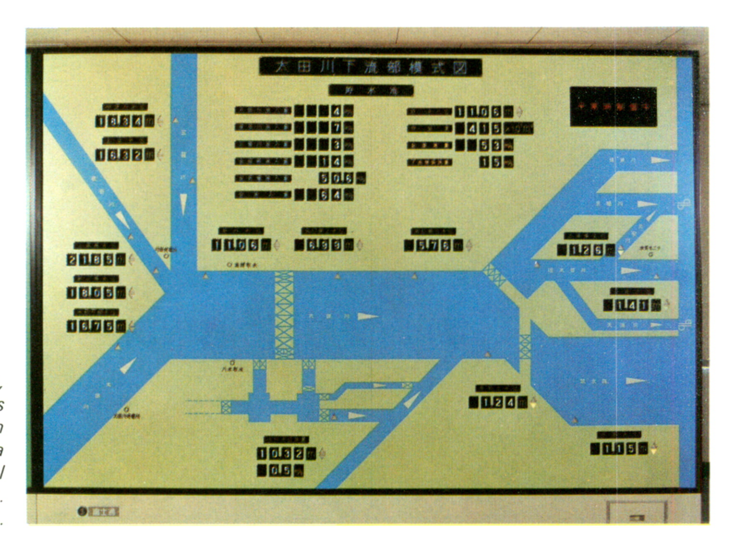
El proyecto definitivo es quizá la parte más conflictiva debido a que estas aplicaciones, si bien no son de reciente concepción, al menos no han alcanzado el grado de estandarización que otros tipos de procesos (industriales, de gestión, etc.).

Existen dos formas fundamentales de acometer estos proyectos:

a) El meramente *teórico* o «a medida», es decir, definir lo que se pretende con gran profusión de datos, de operacio-

nes a realizar referidas al proceso, a la toma de medidas, a la forma y medio de transmisión, al tipo de señales, niveles, etc.

b) El *lógico o práctico*, que consiste en llevar a cabo un estudio de los diferentes dispositivos existentes en el mercado y tratar de adaptarlos al concepto de sistema que se pretende.



Panel en donde se refleja, de modo gráfico, los caudales de agua en diferentes puntos de la cuenca hidrográfica del río Ohta en Japón. (Cortesía: Fujitsu).

En el primer caso se corre el riesgo de tener que efectuar rediseños de gran parte de los elementos componentes del sistema, lo cual sería económicamente gravoso, pudiendo plantearse incluso problemas técnicos de difícil solución.

En el segundo, se corre el riesgo de que al utilizar elementos totalmente estandarizados, no resulten lo suficientemente aptos para el objetivo que se persigue, con lo cual el sistema final no alcanzará el rendimiento esperado.

CONCEPTOS BASICOS PRACTICOS EN UN DISEÑO

En puntos de medida

Señales de información

Magnitudes eléctricas o indicaciones de estado (abierto,

cerrado) que salen de los sensores, destinadas a proporcionar información objetiva.

Señales de alarma

Magnitudes similares a las anteriores, destinadas a proporcionar información de funcionamiento del sistema.

En la vía de transmisión

Bit

Elemento binario de información que se transmite por la línea de transmisión. Es la unidad primaria de información.



Sala de control de una central, en la que pueden observarse todas las consolas que gobiernan los dispositivos para el funcionamiento de los reguladores de caudal, en una zona para abastecer de agua zonas pobladas. (Cortesía: Fujitsu).

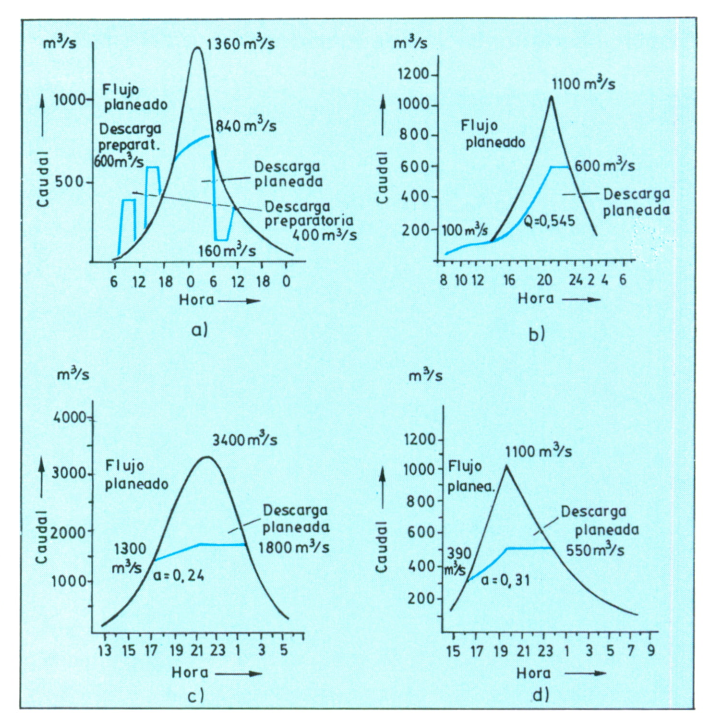
Velocidad de transmisión

Número de bits que pueden transmitirse por segundo en dicha línea.

Baudio

Unidad de modulación referida al cambio de estado de la señalización en la línea de transmisión. Cuando se haga

coincidir un cambio de estado de la línea con un bit de información, serán coincidentes la velocidad de modulación y la velocidad de transmisión.



Formato de control de inundación para una presa individual: a) Formato de control de inundación para la presa de Amagase; b) Formato de control para la presa de Shorenji; c) Formato de control para la presa de Takayama; d) Formato para la presa de Murowo.

Velocidad de transferencia de datos

Cantidad de información por unidad de tiempo.

Palabra de datos

Grupo de bits que constituyen un bloque de información. Normalmente son de ocho, (*octetos*) o de dieciséis.

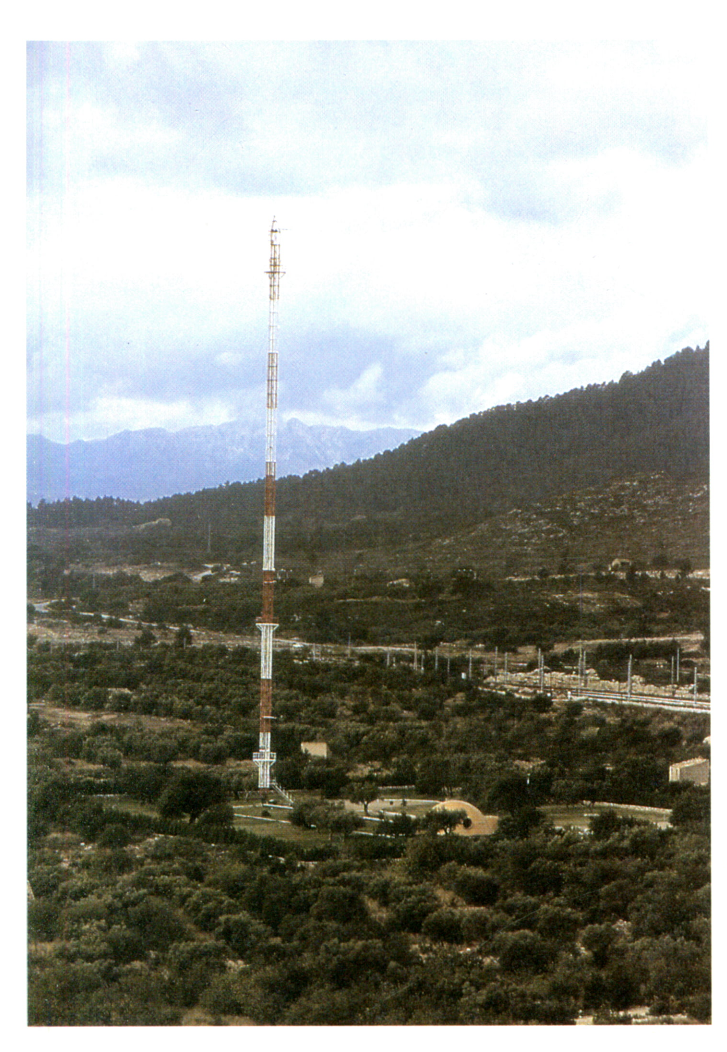
Transmisión asíncrona

La «palabra» de datos va siempre precedida de un bit «0»

(comienzo), y seguida de un bit «1» (final). Es decir, cada palabra va «señalizada» para su perfecta diferenciación.

Transmisión síncrona

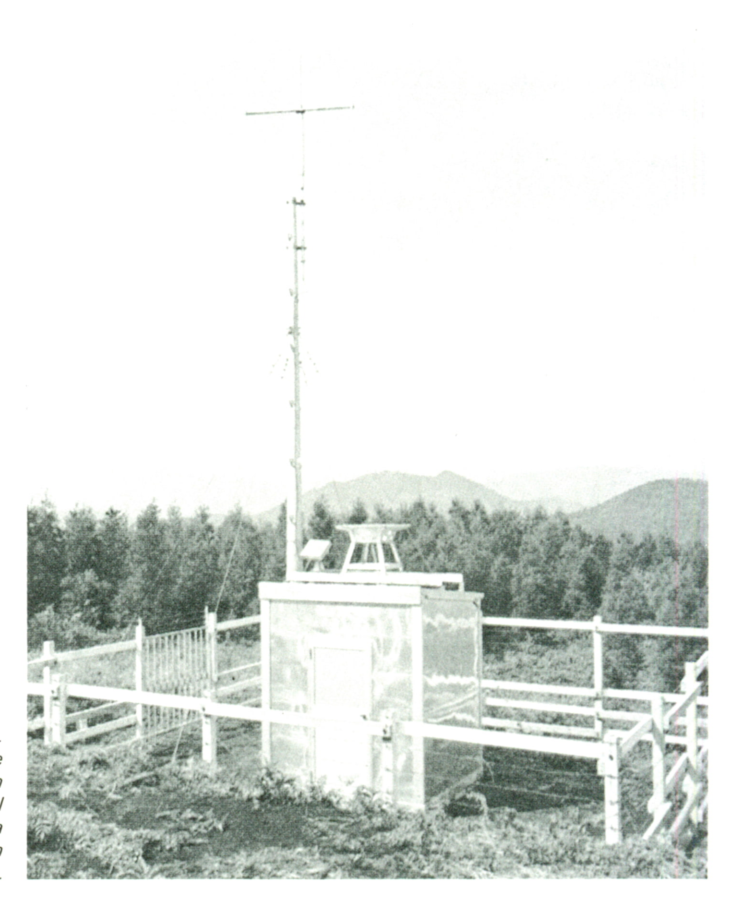
Todos los elementos que constituyen el circuito transmisor tienen la misma base de tiempos.



Torre de una estación meteorológica, totalmente automatizada para estudios locales de difusión. Esta instalación se encuentra en las proximidades de la Central Nuclear de Vandellós (Tarragona).

Protocolo de comunicaciones

Código o lenguaje que hace compatible los puntos de origen y destino de la información. Incluye los aspectos de acceso, viabilidad, seguridad y, naturalmente, la señalización.



Estación pluviométrica. Los datos recogidos se transmiten, vía radio, a un receptor situado en el punto de recogida de la información correspondiente a la zona.

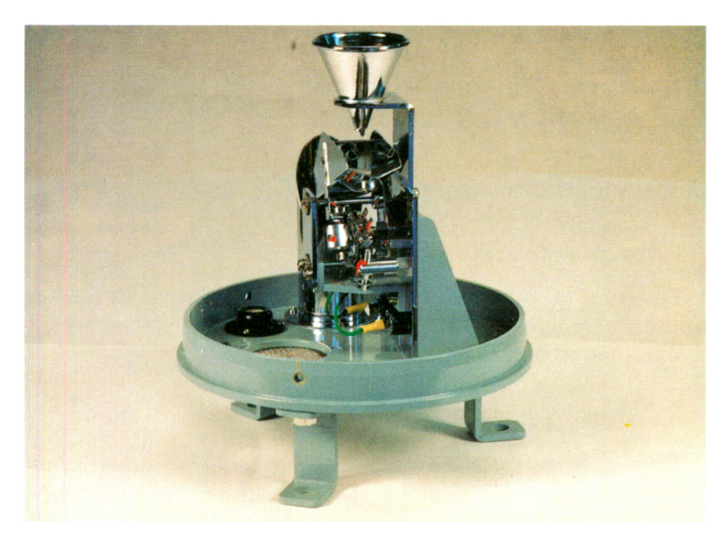
Transmisión cíclica

Se controla desde la estación de proceso. Se lleva a cabo secuencialmente, estación por estación y sensor por sensor (si bien la información de todos los sensores está acumulada

en el microprocesador o telémetro). Es muy adecuada para sistemas que incluyen medidas variables y mensajes que varían con gran rapidez, así como telecontrol de instalaciones con gran contenido de datos. Permite la supervisión de funcionamiento del sistema de modo continuo y automático.

Transmisión espontánea

Se efectúa de manera ocasional, al sobrepasar las medidas recogidas unos ciertos umbrales prefijados en el microprocesador o telémetro. Se controla por tanto desde la propia estación remota. Su ventaja principal es que el tiempo de ocupación de la línea es menor que en la anterior, resulta rápida cuando se han de transmitir pocos parámetros y datos cortos de variables que cambian con lentitud.



Vista interna de un pluviómetro de cubeta basculante. (Cortesía: Fujitsu).

En los lugares de proceso (previo o definitivo)

De proceso previo (concentradores)

Microprocesador

Realiza las siguientes funciones:
Captura de datos de los sensores.

Conversión de datos en variables atmosféricas o hidrológicas adecuadas.

Control de valores entre márgenes permisibles de los diferentes parámetros (sobre todo en caso de transmisión espontánea).

Supervisión de los elementos (sensores, acondicionadores, etc.) a él asociados en la estación remota de detección, si hubiera alguna en el propio centro concentrador.

Elaboración de variables de primer nivel (cantidades totales, máximas, mínimas, promedios), presentación de las mismas en los periféricos correspondientes, almacenamiento de datos referidos a períodos cortos, (entre 30 minutos y 24 horas) y envío de esos datos a la estación central de proceso.

Puertas de entrada y salida

Dan idea de los dispositivos que pueden conectarse, ya sea en un sentido o en otro.

Puertas de entrada en paralelo

Permiten acceso simultáneo desde los sensores al microprocesador o al telémetro en su caso.

Puertas de salida en serie

Fuerzan la salida secuencial de los datos desde el microprocesador o telémetro a la vía de transmisión para encaminarlos al lugar de proceso final.

Convertidor A/D (analógico a digital)

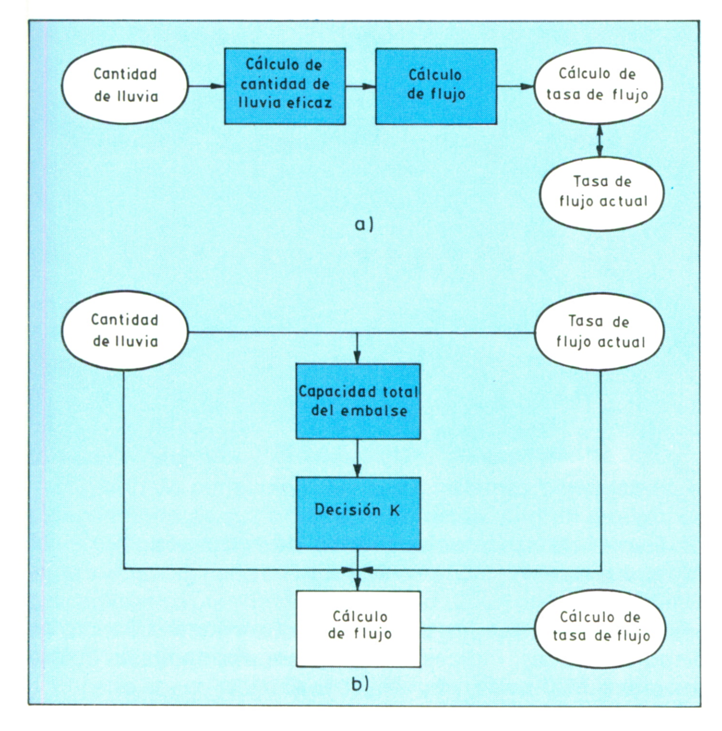
Convierte las señales analógicas procedentes de algunos sensores en señales digitales. Dichas señales se encaminarán al microprocesador o telémetro a través de las puertas de entrada en paralelo.

Modulador/demodulador (MODEM)

Cuando se utilizan líneas físicas de transmisión (hilo telefónico por ejemplo) el MODEM adapta las salidas digitales del microprocesador para producir cambios de estado en la línea, y realiza la operación inversa en el lado receptor.

FINALIDAD DE LOS SISTEMAS ELECTRONICOS DE CONTROL MEDIOAMBIENTAL. OPERACIONES REALIZABLES EN CADA CASO

Es obvio que la finalidad de estos sistemas es conseguir el máximo grado de monitorización o vigilancia, de previsión de la evolución futura de los parámetros, de regulación y control de los mismos cuando ello sea factible y, en cualquier caso, de aviso inmediato y automático en caso de anomalía a los lugares que corresponda.



Cálculo de caudal. El método de función de almacenamiento se usa para ambas constantes, tanto fijas como variables. a) Formato de constante fija; b) Formato de constante variable.

Sistemas electrónicos de vigilancia de la contaminación (atmosférica o de los recursos hidráulicos).

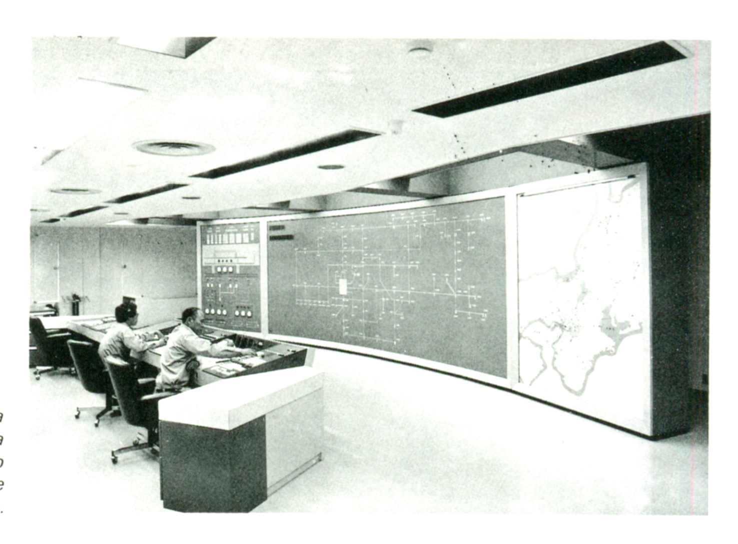
a) Permiten conocer los valores instantáneos de cada parámetro contaminante.

b) Realizan cálculos de la evolución de cada parámetro en diferentes períodos (horas, días, semanas, meses, años, etc.),

c) Obtienen curvas e histogramas, cálculo de índices concentraciones acumuladas, etc.

d) Avisan (al público y/o a la autoridad competente) de las anomalías o alarmas de los parámetros y lugares en que sobrepasen los niveles permisibles establecidos.

e) Permiten la previsión de perturbaciones futuras.



Vista parcial de una estación reguladora de la cuenca fluvial, empleando consolas y paneles de presentación de datos.

Sistemas de aprovechamiento de recursos hidráulicos

a) Proporcionan en todo momento información de las disponibilidades, índices de consumo, aportaciones típicas debidas a las lluvias, etc.

b) Permiten preveer, mediante proceso automático, los tiempos de disponibilidad de los recursos para unas condiciones de consumo/aportación actualizadas por el propio sistema.

c) Son especialmente eficaces en la prevención de catástrofes debidas a inundaciones mediante el cálculo instantáneo de caudales, niveles, aportaciones, estados de

almacenamiento de embalses, proporcionando apertura automática de compuertas y aliviaderos de las presas o embalses que pueden verse en peligro ante las grandes avalanchas de agua que pudieran afectar a sus estructuras.



El control sobre los recursos hidráulicos de una zona, es más fácil si todos los datos instantáneos quedan reflejados sobre un panel numérico, y un gráfico a escala de la zona en la que se trabaja. (Cortesía: Fujitsu).

d) Permiten el aviso anticipado a los lugares de mayor exposición a riesgo de inundación o de apertura de aliviadero, etc.

El grado de perfección que estos sistemas consigan en el cumplimiento de sus objetivos, depende en gran medida de los estudios realizados a priori, pues es indudable que cada zona industrial, cada cuenca hidrográfica, presentan diferentes características y la disponibilidad de un archivo histórico de datos fiables, anteriores al diseño del sistema, no siempre está al alcance de la mano.

Por ello es aconsejable en la mayoría de los casos hacer un diseño «por etapas» del sistema, partiendo de una estructura simple de recolección y proceso de datos, ampliando posteriormente la capacidad del mismo y aplicando programas de simulación de condiciones adversas, hasta llegar a un sistema totalmente automatizado capaz de diagnosticar con precisión anomalías futuras y aplicar las decisiones correctoras que procedan, en la medida de lo posible.

Nuestro país en la actualidad se ve afectado por tres elementos catastróficos relacionados con los recursos hidráulicos:
1) las inundaciones,
2) la sequía,
3) la contaminación del agua.

Los dos primeros, paradójicamente de signo opuesto (exceso momentáneo en el primer caso y defecto temporal en el segundo), tienen entre otras consecuencias una común: pueden llegar a ser causa del tercero, si bien no son habituales ni las más acusadas de la contaminación del agua.

Es evidente por tanto que un sistema destinado al control de los recursos hidraulicos deberá dedicar especial atención a la prevención de los elementos mencionados y, a ser posible, proporcionar otras fuentes asociadas, tales como control de distribución, etc., e intentar globalizarlo en una aplicación única, o al menos, en el mínimo número de aplicaciones posibles, para evitar la diversificación y complejidad de los sistemas.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

De lo expuesto se desprenden tres vertientes o ramas fundamentales.
1) calidad y distribución,
2) prevención de inundaciones (avenidas).

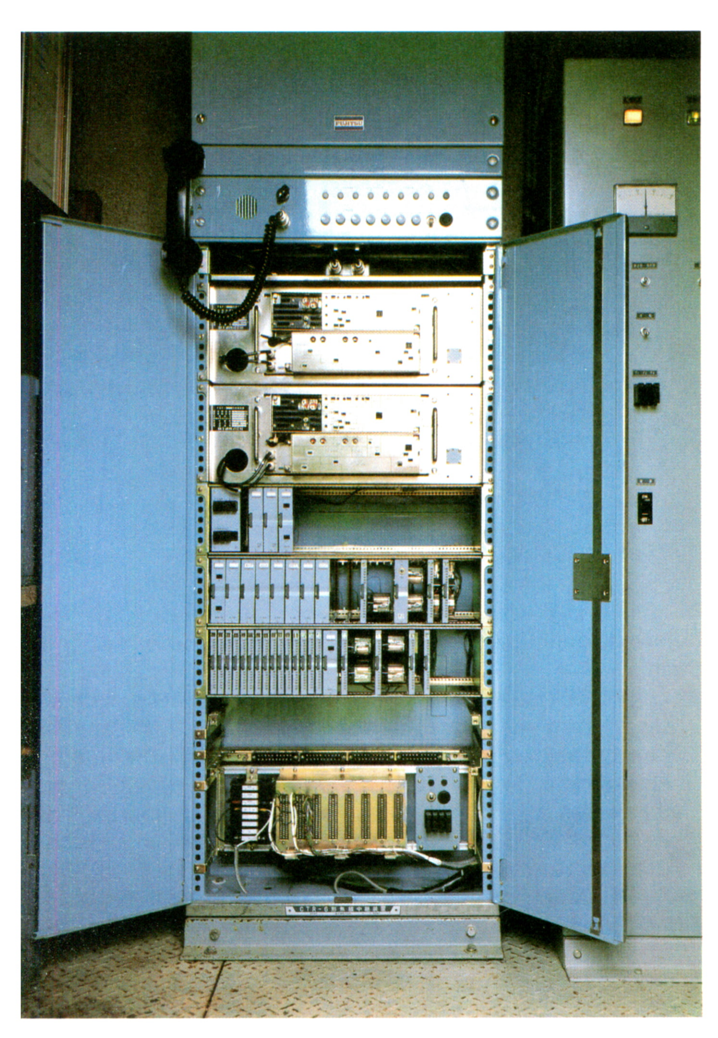
El último punto merece especial atención, aparte de su carácter catastrófico, por afectar directamente a los otros dos aspectos.

Puede no obstante integrarse en el primero, al considerarse, desde el punto de vista conceptual, una inundación como un rebasamiento o estado fuera de límite de los márgenes normales de caudal.

El aspecto de control de calidad presenta una problemática ligeramente diferente, por estar relacionado con la legislación vigente en cada país, los valores a prefijar para cada uno de los parámetros a controlar son susceptibles de modificaciones progresivas conforme al criterio de los legisladores, los cambios tecnológicos en el sector de depuración, etc.

Datos necesarios y estudios previos al diseño del sistema, para una determinada cuenca

Para determinar las características definitivas del sistema a implantar, ya sea parcial o de control total de la cuenca, se requiere por una parte un estudio previo de datos hidrológi-



Dado que los puntos de control para vigilar el caudal de los ríos en las zonas montañosas se encontrarían con dificultades para transmitir los datos, conviene dotar a la red de estaciones repetidoras con equipos de enlace, tal como muestra la figura.

cos que describiremos más adelante, y por otra un análisis detallado de los emplazamientos idóneos de las estaciones recolectoras de datos, vías de transmisión, etc.

Estudio previo de datos hidrológicos

a) Características geográficas: se requieren mapas a escala 1:50.000 o, a ser posible, 1:10.000, y datos de las características del terreno (accidentes, permeabilidad, etc.).

b) Características hidrológicas: son necesarios datos históricos (mínimo 10 años) de temperatura y humedad en los puntos más significativos de la cuenca, tales como estadísticas anuales de lluvias, cantidades mensuales de lluvias en los puntos más conflictivos, incluyendo valores de promedios máximos y mínimos, etc.

c) Análisis de precipitaciones e inundaciones: resulta imprescindible establecer la relación lluvia/nivel, tanto cuantitativa como respecto al tiempo.

Es conveniente disponer de datos fiables de niveles y caudales máximos alcanzados en los puntos más significativos de la cuenca en los últimos 30 ó 50 años.

La estimación de la cantidad mensual de evaporación resulta también imprescindible.

Sería idóneo contar con registro de datos de, al menos, tres inundaciones típicas de la cuenca en cuestión, para determinar las características de las avenidas.

Se precisa asimismo información relativa a la distribución de las lluvias respecto a los mapas meteorológicos, con objeto de deliminar la ubicación de las estaciones pluviométricas.

d) Estado de las presas y embalses: éstas son muy importantes dentro de una cuenca desde los tres aspectos contemplados en esta exposición (disponibilidades, contención de inundaciones, distribución de agua para diferentes usos, etc.), por lo que se requieren gran cantidad de datos sobre ellas. Se intenta globalizar a grandes rasgos dicha información.

— Relación entre niveles y cantidades almacenadas.
— Curva de coeficiente de exceso de caudal de cada presa o embalse.
— Datos referidos a la estructura de las mismas, su capacidad de drenaje, posición de los aliviaderos,

canales secundarios, respuesta de las compuertas, etc.

e) Selección del método de previsión de avenidas: existen tres métodos fundamentales para anticipar una conclusión que permita prever en los puntos más significativos las variaciones de nivel respecto al tiempo:
- — el método meteorológico,
- — el método pluviométrico,
- — el método de variación de nivel.



Sala de mandos de una estación para el control de aguas. El número de dispositivos e instrumentos electrónicos, da idea de la complejidad de la labor a efectuar.

El más preciso parece ser el segundo (pluviométrico) del que existen tres modalidades:
- — de correlación,
- — de composición de caudales,
- — de seguimiento de avenidas.

f) Análisis de precipitaciones: cuyo objeto es establecer su relación respecto a la meteorología, y determinar la situación de las zonas de «lluvia fuerte» respecto a la línea de discontinuidad, la dimensión de dichas zonas, efectuar la interpolación de datos pluviométricos no registrados y efectuar el análisis de correlación para determinar la correcta distribución de las estaciones pluviométricas

(utilizando para ello el método de Polígono de Thiesen, ya sea del normal o del modificado).

g) Análisis de avenidas: se requiere el estudio de las avenidas más típicas de la cuenca, con objeto de determinar el caudal de las mismas, ya sea mediante el Modelo de Tanque, mediante el método funcional de almacenamiento, tales como la función de almacenamiento de la cuenca o del río principal.



Los computadores con pantalla, resultan de gran utilidad para el personal técnico que maneja las estaciones reguladoras del caudal de agua en los embalses. (Cortesía: Fujitsu).

)atos para el estudio del hardware del sistema

Dependiendo de las características de la cuenca en :uestión, el hardware puede variar sensiblemente de una :uenca a otra, conforme a las características orográficas, łemográficas, accesibilidad, etc., puesto que va a afectar łirectamente a la selección de las vías de transmisión de łatos, sistemas de alimentación de estaciones de observa-:ión (pluviométricas, de nivel, de calidad, etc.) a la ıecesidad de utilizar o no repetidores entre los puntos en ןue sea imprescindible el uso de la transmisión por radio, al ıúmero de subestaciones concentradoras y/o de supervi-ṡión, etc....

Lo que es indudable es que en casi todas las cuencas se ıará necesario un sistema de transmisión por radio entre las ıstaciones de observación y las concentradoras y/o supervi-ṡoras, mientras que entre estas últimas y la estación central łe proceso será posible en muchos casos la transmisión por íneas de datos, puesto que lo normal es que las estaciones :oncentradoras y/o supervisoras coincidan con el emplaza-niento de una presa o embalse, sirviendo así para una doble unción:

— control de embalse,
— subcentro de proceso previo y retransmisión al centro principal de tratamiento de datos.

Los sensores típicos a utilizar en estas aplicaciones, ıxcepto en la de calidad de aguas, son los pluviómetros, imnímetros, medidores de posición de compuertas y nedidores de caudal.

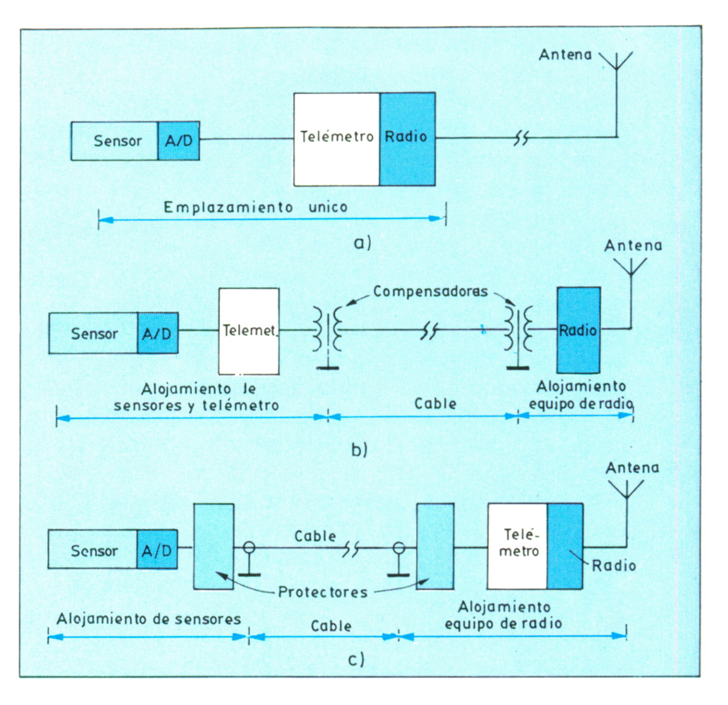
Para calidad de aguas, interesa la medida de parámetros ales como el pH, DO, COD, conductividad, temperatura, urbidez, etc., si bien todos ellos suelen ir integrados en un ṡubsistema denominado *analizador de calidad del agua.*

De los tipos y características de todos ellos se darán łetalles en otro apartado de este libro.

Lo que interesa realmente destacar, en vista de las ɔroblemáticas expuestas en los apartados precedentes, es ןue el sistema a definir tenga una estructura simple, ácilmente común a todas las aplicaciones y situaciones.

Para aclarar más este concepto adelantaremos detalles eales que luego se describirán con mayor amplitud; es ıecesario, por ejemplo, que el telémetro o microprocesador a ıtilizar en las estaciones remotas y en los centros de proceso

previo, sea capaz de admitir entradas analógicas, digitales, por impulsos, contactos en reposo, etc.; que disponga por otro lado del interface adecuado para la transmisión/recepción de datos y que los sensores requieran un consumo mínimo o no requieran alimentación dado su emplazamiento natural para su alimentación por batería solar. Que las señales de salida de todos los tipos de sensores sean lo más uniformes posible, que los minicomputadores a utilizar sean uniformes para todas las aplicaciones, de fácil expansión en su capacidad de memoria central, y con posibilidades de entrada y salida para cualquier tipo de periférico.



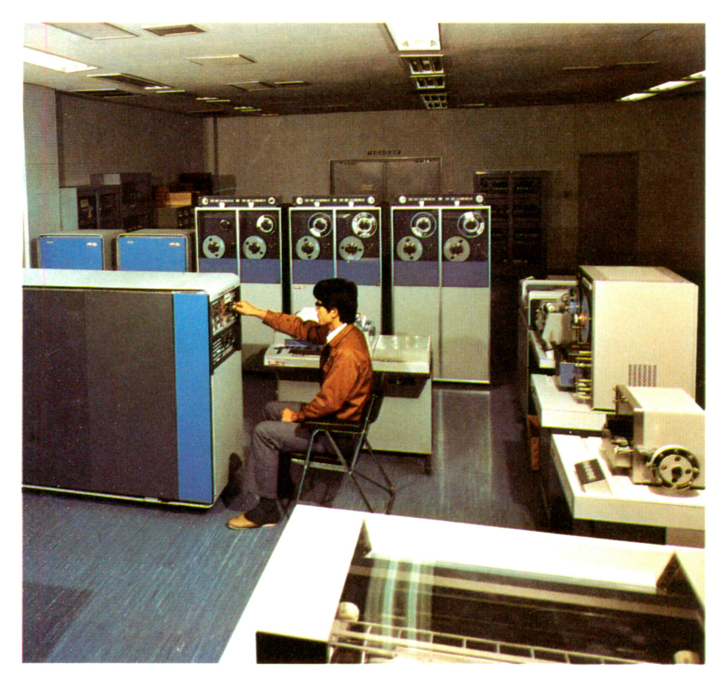
Ejemplos de configuración simple de estación de observación. a) Sensores y telemetría dentro de la estación; b) Sensores y telemetría en una caseta y equipo de radio en otra. La separación entre ambas no excederá de 500 m. Se transfieren señales digitales y alimentación de corriente continua; c) Sensores en una caseta, telemetría y radio en otra. Puede transferirse corriente alterna (según el tipo de sensores). Necesita dispositivos especiales de protección.

FUNCIONES A REALIZAR POR UN SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL DE RECURSOS HIDRAULICOS

a) Obtención de datos precisos de lluvias y niveles desde la

cabecera (estaciones sensoras), almacenamiento y proceso previo en cada estación de supervisión de cada embalse y transmisión al ordenador central.

b) Cálculo de caudal, utilizando unidades hidrográficas, función de capacidades de almacenamiento, etc.



Centro de proceso de datos, preparado para recoger toda la información que envían los computadores de los puntos intermedios de control sobre un sistema regulador de cauces fluviales. (Cortesía: Fujitsu).

c) Cálculo de la cantidad de descarga necesaria en caso de rebosamiento.

Resulta bastante complicado el programa de simulación de control de presa, y suelen ser necesarios bastantes ensayos previos a la introducción del programa definitivo de control de la presa. Este a su vez es fácilmente modificable en cuanto a la introducción de nuevos valores a prefijar, etc.

d) Preparación de informes y estadísticas y presentación de datos en los diversos terminales al efecto (impresoras, pantallas, registradores gráficos, paneles mímicos, etc.).

e) Expedición de avisos y alarmas de anomalías a los puntos o destinos interesados.

ESTABLECIMIENTO DE JERARQUIAS O NIVELES EN UN SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL DE LA CUENCA FLUVIAL

Dependiendo de sus funciones, estableceremos convencionalmente tres niveles para las estaciones que componen un sistema integrado de control de recursos hidraulicos:

a) *Primer nivel:* Estaciones de medida observación o adquisición de datos (pluviométricos, de niveles, caudales, de contaminación de aguas, u otros parámetros relativos a presas o embalses, tales como posición de compuerta desplazamiento o deflexión de la superestructura, etc.)



Interfase hombre-máquina en una estación de control y predicción de contaminación atmosférica.

b) *Segundo nivel:* Estaciones supervisoras o de proceso previo, que eventualmente se instalan a pie de embalse o presa multifunción, con cierta capacidad de decisión en lo que se refiere a cierre de compuertas o aliviaderos o apertura de los mismos para fines de distribución, o en caso de anomalía o exceso de caudal procedente de la cabecera.

c) *Tercer nivel:* Estaciones de síntesis y predicción, que

normalmente dispondrán de un computador de cierta envergadura o de dos computadores: un «mini» para control de comunicaciones y trabajos en tiempo real, y un «maxi» para trabajar en lotes con datos ya bastante elaborados y realizar programas de simulación complejos y múltiples modelos de predicción de parámetros hidrológicos.

El centro Nacional de Control de Recursos Hidraulicos podría muy bien estar constituido por una estación de síntesis y predicción que recibiera datos elaborados de las estaciones de control de las cuencas fluviales, instaladas en las diferentes comisarías, y dispusiera de un gran computador para trabajar en lotes con gran cantidad de información, pudiendo también ser utilizado para otras aplicaciones de gestión, tales como nóminas, archivo de personal, etc.

CONFIGURACION DE LAS ESTACIONES CONFORME A LA JERARQUIA ESTABLECIDA EN EL APARTADO PRECEDENTE

Estaciones de observación (primer nivel)

Pueden alojar en su interior uno o varios sensores, según que coincidan en puntos significativos del río, en estaciones de aforo, en entradas de embalses, etc., que estén dedicadas a una o varias funciones del sistema integrado, etc.

Deberán estar, además, equipadas con los equipos de alimentación para los sensores (cuando sea necesario), telemetría, y transmisión y registro de los parámetros medidos.

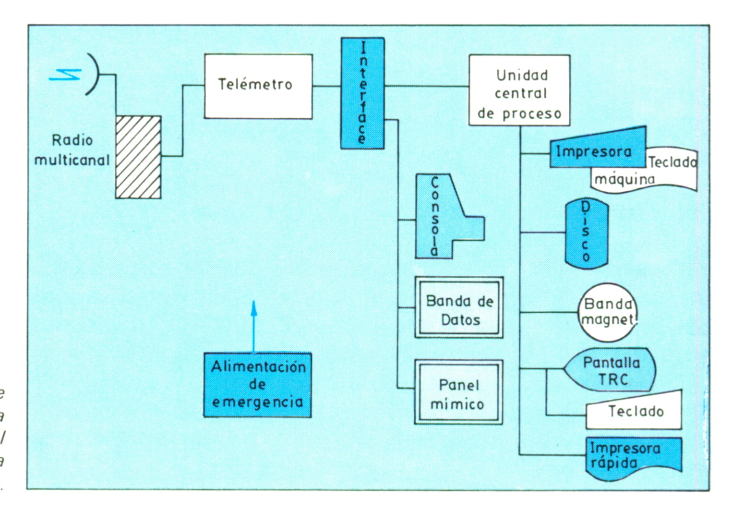
A fin de simplificar al máximo su contenido, es aconsejable que los sensores no necesiten alimentación, y que los equipos de radio y telemetría sean de bajo consumo, a efectos de permitir la utilización de baterías solares, lo que simplifica el mantenimiento y explotación futuras.

En ocasiones, el/los sensor/es, podrían estar alojados en la misma estación que la telemetría o la radio, si bien, en otras ocasiones, ya sea por obstáculos que dificulten la transmisión, o bien por falta de espacio en la orilla o lugar de emplazamiento de algún sensor se hará necesario situar los dispositivos de telemetría y/o transmisión a una cierta distancia.

Es aconsejable que dicha distancia no sea superior a quinientos metros, y que se utilicen para estos casos, en la medida de lo posible, cables y dispositivos de transmisión ópticos (convertidores y adaptadores) entre los sensores y la estación radiotelemétrica, a fin de eliminar las influencias derivadas de los atmosféricos.

Estaciones de supervisión (segundo nivel)

Acumulan el proceso de una parte de la cuenca (entre divisorias, puntos de confluencia o embalse importante) recibiendo datos sin procesar de las estaciones de observación asociadas y deciden ciertas funciones de regulación anteriormente mencionadas. Es conveniente, según la importancia de la estación en cuestión, que disponga de un minicomputador lo suficientemente potente como para trabajar en tiempo real y realizar trabajos adicionales en lote, relativos a cálculos hidraulicos, programas de simulación de descarga, modelos de símil de predicción de exceso de caudal, para conocer la posible respuesta de la presa en cuestión ante posibles anormalidades antes de que éstas ocurran, etc.

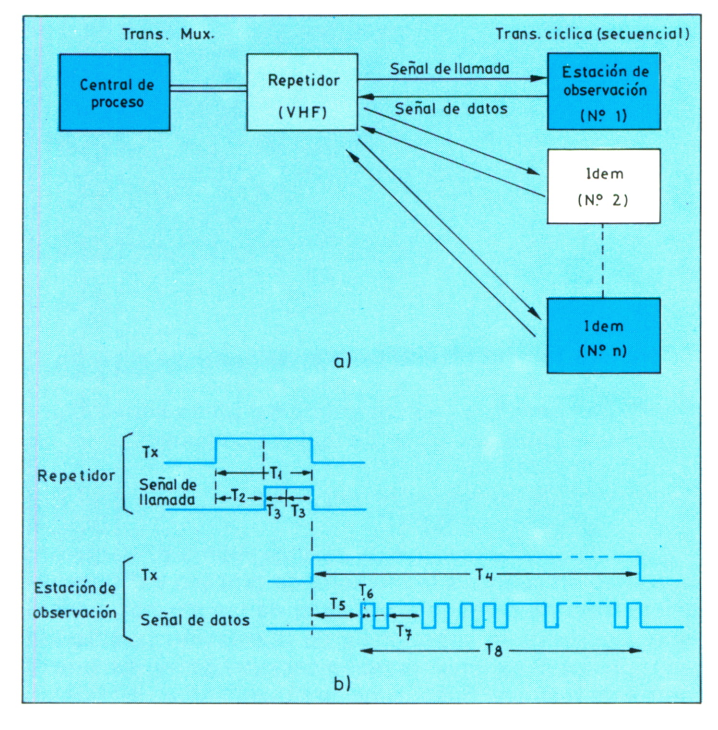


Configuración típica de una estación supervisora de 2.º nivel. Se destaca el enlace herciano para la transmisión de datos.

Otra solución sería disponer de dos unidades de proceso (un micro para control de comunicaciones y recogida de datos, y un mini para trabajos en lote con la información ya elaborada por el micro, o bien de dos minicomputadores).

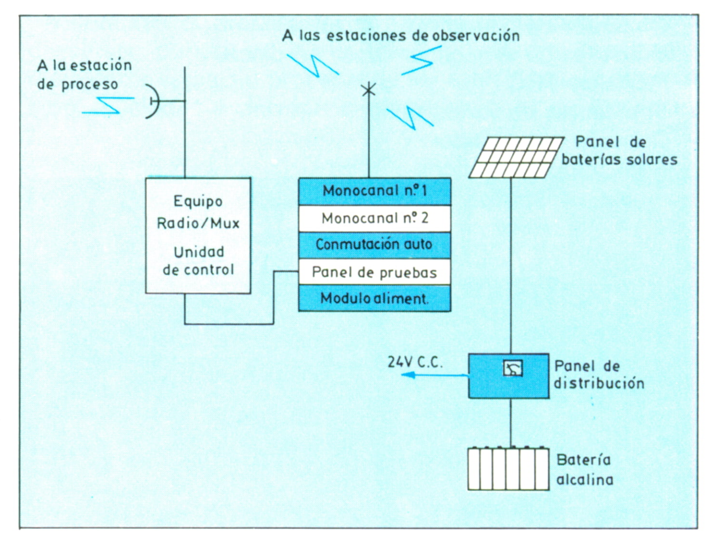
Dado que además requieren una gran permitividad de presentación gráfica y visual de datos de diferentes parámetros, la unidad de control de dispositivos de E/S (entrada/salida) debe estar provista de interface para los siguientes periféricos:

— Unidades de banda magnética.
— Unidades de almacenamiento en disco.
— Pantallas TRC.
— Impresoras de varios tipos.
— Consola de operador.
— Registradores gráficos.
— Paneles mímicos.



a) Método de transmisión entre central, repetidor y bloque de estaciones de observación, asociadas a dicho repetidor; b) Diagrama de tiempos de transmisión entre repetidor y bloque de estaciones de observación asociadas (llamada y envío de datos); T_1 = Tiempo total de llamada de petición de datos; T_2 = Tiempo de transmisión de radiofrecuencia sin modulación; T_3 = Tiempo de señal de llamada; T_4 = Tiempo total de envío de datos para n estaciones de observación; T_5 = Idem T_2; T_6 = Pulso corto; T_7 = Pulso largo; T_8 = Pulso de transmisión de la totalidad de los datos.

Teniendo en cuenta su función de recogida de datos, deberá estar asimismo equipada con transceptores de las frecuencias de trabajo de las estaciones de observación asociadas (monocanales o multicanal, según el sistema de transmisión elegido) controlador de comunicaciones con capacidad de microproceso y archivo de datos para caso de fallo de la CPU (telémetro microprocesador maestro con



Configuración de una estación repetidora con enlace secuencial, mediante monocanales con las estaciones de observación (ciclo controlado por la estación de proceso), y múltiplex para enlace con la central de proceso, equipada con sistema redundante y alimentación fotovoltaica y baterías alcalinas.

perforadora de cinta o floppy por ejemplo) y, finalmente, dada la importancia de su perfecto funcionamiento, un sistema de alimentación ininterrumpida (ondulador a baterías) para prevenir los fallos de energía comercial.

Estaciones de síntesis (tercer nivel)

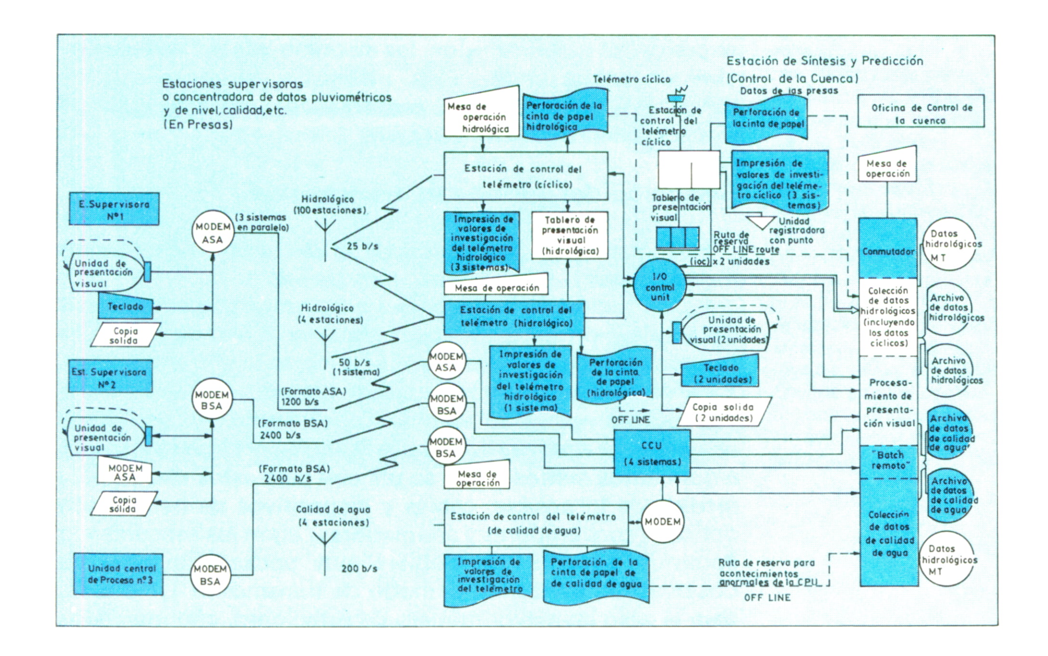
El concepto es el mismo que para las anteriores, si bien su capacidad en cuanto a la memoria de proceso y almacenamiento, tipo de periféricos y diseño de los mismos, variará dependiendo de la importancia de la estación (control de cuenca, control regional, estación nacional de seguimiento y control de recursos hidraulicos, etc.).

Este tipo de estación, maximizada a escala de gran computador y múltiples periféricos y capacidad de proceso distribuido con diversos centros de ingeniería civil, podría constituir la base de un gran centro nacional de investigación y banco de datos de recursos hidrológicos (ver ejemplo de configuración teórica similar a la de algunos países muy avanzados en este campo).

SELECCION DE LA VIA DE TRANSMISION

Para seleccionar la vía de transmisión de datos, es necesario elegir dos aspectos fundamentales:

— El medio (líneas telefónicas, cable o radio).
— El método (transmisión continua, secuencial).



Ejemplo de configuración de estación de síntesis, válida para control de la cuenca (lado derecho), conectado a varias unidades supervisoras (lado izquierdo) de diferente envergadura. Las dos primeras podrían corresponder a pequeños embalses, y la tercera a una estación de control de varios embalses, o presa multifunción.

La elección de ambos va en función de la cantidad de datos a transmitir, entre qué puntos, con qué intervalos mínimos, disponibilidades, etc.

Selección del medio de transmisión

Para las aplicaciones objeto de este capítulo, dado que el mayor flujo de información se emite desde las estaciones de observación a la/s estación/es de proceso y, normalmente, las estaciones de observación se localizan en lugares de difícil acceso, faltos de disponibilidades y generalmente muy expuestos a las inclemencias ambientales y anomalías del lecho del río, resultaría antieconómico utilizar para este fin líneas telefónicas exclusivas; sin embargo quizá puedan ser utilizadas para las comunicaciones de datos elaborados entre las estaciones de supervisión y tratamiento previo y la estación de control de la cuenca fluvial, o entre éstas y la estación regional o nacional si la hubiere y siempre que sea posible.

Nos queda pues la vía radio, sobre la cual intentaremos analizar a continuación la modalidad a utilizar conforme a las necesidades de transmisión, las disponibilidades de frecuencias, distancias entre vanos, intervalos de transmisión de datos, etc., al describir el procedimiento de selección del método en el siguiente apartado.

Selección del método de transmisión

Hay que elegir en principio la utilización de circuitos monocanales o de circuitos multicanales.

La utilización de multicanales proporciona tiempos cortos de adquisición de datos, pero requiere el uso de bastantes frecuencias de trabajo con una separación entre ellas. Para el emplazamiento de algún sensor se precisa situar los dispositivos de telemetría y/o transmisión a una cierta distancia. Es aconsejable que dicha distancia no sea superior a quinientos metros y que se utilicen para estos casos, en la medida de lo posible, cables y dispositivos de transmisión ópticos (convertidores y adaptadores) entre los sensores y la continua, siempre que hubiera muy pocas estaciones de observación, utilizando el modo de transmisión 1:1 o bien, para el caso de mayor número de estaciones, con intervalos de captura de datos no inferiores a 10 minutos, en cuyo caso puede utilizarse el modo de exploración secuencial o cíclico controlado desde la estación de proceso (transmisión 1:n); en estas condiciones la necesidad de frecuencias de trabajo es mínima, reduciéndose enormemente la inversión.

Por otro lado, normalmente será necesario el uso de repetidores, cuyo número dependerá de la extensión y condiciones geográficas de la cuenca a controlar, ya sea por los desniveles de terreno o bien porque, en ocasiones, la distancia entre vanos sea grande (no debería ser superior a 50 km) para garantizar enlaces en los que la relación señal/ruido sea como mínimo superior a 30 dB.



La regulación del ambiente térmico en el interior de los edificios o en los transportes públicos no consiste sólo en asegurar que se mantenga la temperatura especificada. Las reacciones de la gente a las características térmicas del medio que la rodea vienen determinadas, además, por otros varios parámetros objetivos —la temperatura radiante, la velocidad del aire, la humedad, el aislamiento térmico de la vestimenta y el ritmo metabólico (actividad física)— que afectan a la sensación térmica de los individuos. El concepto del confort térmico se ha desarrollado en respuesta a esa situación.

Para concluir este libro, diremos, que aunque hemos puesto especial énfasis en el tema del control y calidad de las aguas públicas, no hemos de descuidar el medio ambiente laboral. Muchas empresas se preocupan, cada vez más, del ambiente térmico, del confort y de la ergonomía en sus instalaciones de producción, oficinas, almacenes, etc. También para ello, existen diversos equipos electrónicos que permiten tomar datos y registrarlos, para posteriormente tomar las medidas correctoras oportunas.

